۹۱- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ ($O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$ و $Fe = ۵۶$)

۱) آثار بجا مانده از زمان گذشته، نمادی از هنر زمان خویش بوده و برخی از آن‌ها با استفاده از فلزها ساخته شده‌اند.
۲) در مخلوطی از ۸۰ گرم آهن(III) اکسید و ۱۲۰ گرم سیلیس خالص، درصد جرمی آهن برابر ۲۸ درصد می‌شود.
۳) عمر طولانی آثار بجا مانده از زمان گذشته، نشان از پایداری بالا و واکنش‌پذیری کم مواد سازنده این آثار دارد.
۴) عناصر فلزی موجود در خاک رس، همواره به شکل اکسید بوده و برخی از آن‌ها، رنگ خاک را تعیین می‌کنند.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ حفظی و مسأله ـ ۱۲۰۳)

در بین مواد سازنده‌ی خاک رس، فلز طلا از جمله عناصر فلزی است که به علت واکنش‌پذیری بسیار ناچیز، با گاز اکسیژن واکنش نمی‌دهد و به همین دلیل، این فلز به صورت عنصری در یک نمونه از خاک رس یافت می‌شود. توجه داریم که سرخ‌فام بودن خاک رس به علت وجود آهن(III) اکسید در بین اجزای سازنده‌ی این خاک است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) انسان‌ها همواره مواد ضروری و مورد نیاز برای زندگی خود را از نعمت‌های الهی گسترده‌شده در کره زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز، آن‌ها را تغییر داده‌اند. در تغییر این مواد، افزون بر محیط و شیوه زندگی، آیین‌ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه‌ها نیز نقش داشته‌اند. در اطراف ما نیز شمار بسیار زیادی از انواع مواد با رفتارها و ویژگی‌های گوناگون وجود دارند که تنها از شمار معینی اتم با آرایش و چیدمانی نظام‌مند پدید آمده‌اند. بسیاری از این مواد، مربوط به زمان‌های گذشته هستند. توجه داریم که در میان آثار به‌جای‌مانده از گذشتگان، نمونه‌های فلزی، سفالی، سنگی و ... دیده می‌شود.

۲) به منظور محاسبه‌ی درصد جرمی فلز آهن در این مخلوط، ابتدا جرم آهن را در ۸۰ گرم آهن(III) اکسید بدست می‌آوریم. بر این اساس، داریم:

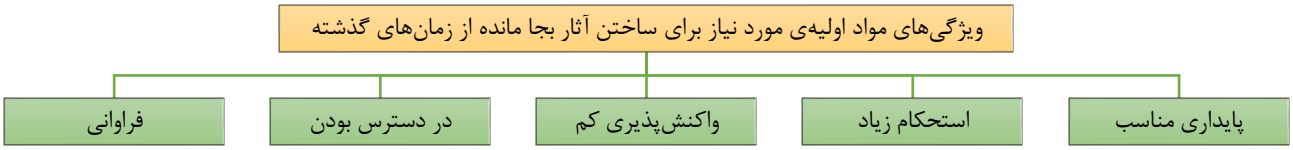
$$?\,g\,Fe = ۸۰\,g\,Fe_۲O_۳ \times \frac{۱\,mol\,Fe_۲O_۳}{۱۶۰\,g\,Fe_۲O_۳} \times \frac{۲\,mol\,Fe}{۱\,mol\,Fe_۲O_۳} \times \frac{۵۶\,g\,Fe}{۱\,mol\,Fe} = ۵۶\,g$$

درصد جرمی هر ماده در یک نمونه، گرم آن ماده را در صد گرم از نمونه‌ی موردنظر نشان می‌دهد. بر این اساس، درصد جرمی فلز آهن را در مخلوط موردنظر محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی ماده} = \frac{\text{جرم ماده‌ی موردنظر در نمونه}}{\text{جرم نمونه}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی آهن} = \frac{۵۶}{۸۰ + ۱۲۰} \times ۱۰۰ = ۲۸٪$$

بنابراین درصد جرمی آهن در مخلوط حاصل، برابر با ۲۸ درصد است.

۳) مواد اولیه‌ی مورد استفاده برای ساختن آثار بجا مانده از گذشتگان، افزون بر فراوان بودن، پایدار بودن و مستحکم بودن، باید در دسترس نیز باشند. نمودار زیر، خواص مواد اولیه‌ی استفاده شده برای ساختن این مواد را نشان می‌دهد:



توجه داریم که هر چقدر عمر آثار به‌جای‌مانده بیشتر باشد، گفتنی‌های بیشتری که اسرار هنر، زیبایی و ماندگاری را فاش می‌کنند، با خود به همراه دارند.

گروه آموزشی ماز

۹۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) با پختن سفالینه‌های ساخته شده با استفاده از خاک رس، درصد جرمی سیلیس در این ماده افزایش پیدا می‌کند.
ب) فراوان‌ترین عنصر پوسته جامد زمین، توانایی تشکیل یون تک‌اتمی را نداشته و در سلول خورشیدی یافت می‌شود.
پ) برای توصیف ماده‌ای که باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی شده است، از واژه مولکول نمی‌توان استفاده کرد.
ت) جرم خاک رس لازم برای تهیه ۱۰۰ گرم سدیم اکسید، بیشتر از جرم خاک لازم برای تهیه ۱۰۰ گرم منیزیم اکسید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۲۰۳)

عبارت‌های (آ) و (پ) درست بوده و عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست‌اند.

بررسی موارد:

آ) جدول زیر، درصد جرمی مواد سازنده نوعی خاک رس که از یک معدن طلا استخراج شده است را نشان می‌دهد:

ماده	$SiO_۲$	$Al_۲O_۳$	$H_۲O$	$Na_۲O$	$Fe_۲O_۳$	MgO	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

www.biomaze.ir

از خاک رس، برای تهیه ظرف‌های سفالی استفاده شده و سیلیس(SiO_2 یا همان سیلیسیم دی‌اکسید)، فراوان‌ترین ماده موجود در این نوع خاک است. هنگام پختن سفالینه‌های ساخته‌شده از خاک رس، مقداری از آب موجود در این ماده تبخیر شده و به دنبال آن، درصد جرمی سایر اجزای سازنده خاک رس از جمله سیلیس افزایش پیدا می‌کند.

ب) فراوان‌ترین عنصر موجود در پوسته‌ی جامد زمین اکسیژن است. پس از اکسیژن، سیلیسیم بیشترین فراوانی را در پوسته جامد زمین دارد. توجه داریم که اتم اکسیژن، با گرفتن ۲ الکترون کاهش یافته و یون تک‌اتمی اکسید(O^{2-}) را تولید می‌کند. سیلیسیم شبه‌فلزی از دوره‌ی سوم جدول تناوبی و عنصر اصلی سازنده‌ی سلول‌های خورشیدی است که همانند کربن، در گروه چهاردهم جای دارد. اتم‌های کربن و سیلیسیم در واکنش با اتم‌های سایر عناصر، ۴ الکترون ظرفیتی خود را به اشتراک گذاشته و با تشکیل ۴ پیوند اشتراکی، به آرایش هشت‌تایی پایدار می‌رسند. از این عناصر تاکنون یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است.

پ) سیلیس(SiO_2) یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و همچنین شن و ماسه است. وجود این ماده، باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکندهای روی آن‌ها شده است. سیلیس نوعی جامد کووالانسی محسوب می‌شود و همانطور که می‌دانیم، در ساختار جامدهای کووالانسی، مولکول‌های مجزا وجود ندارد و این مواد، شامل شمار بسیار زیادی اتم بوده که با پیوند اشتراکی به هم متصل شده و ساختاری به‌هم پیوسته و غول‌آسا را تشکیل داده‌اند. با توجه به توضیحات داده شده، برای توصیف جامدهای کووالانسی نمی‌توان از واژه مولکول استفاده کرد.

ت) با توجه به اطلاعات داده شده کتاب درسی، در هر ۱۰۰ گرم خاک رس، ۱/۲۴ گرم سدیم اکسید(Na_2O) و ۰/۴۴ گرم منیزیم اکسید(MgO) وجود دارد. به علت درصد جرمی کمتر منیزیم اکسید نسبت به سدیم اکسید در یک نمونه‌ی خاک رس، جرم خاک رس لازم برای تهیه‌ی مقدار مشخصی از منیزیم اکسید نسبت به جرم خاک لازم برای تهیه همان مقدار از سدیم اکسید، بیشتر است.

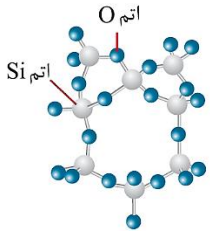
گروه آموزشی ماز

۹۳- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) گرافیت، نسبت به الماس درجه سختی کمتری داشته و مجموعه‌ای از اتم‌های بسیار است که با هم پیوند اشتراکی دارند.
۲) کوارتز نمونه خالصی از سیلیس بوده و این ماده در ساخت وسیله‌ای که نور سفید خورشید را تجزیه می‌کند، کاربرد دارد.
۳) الماس، نسبت به گرافیت چگالی بیشتری داشته و ساختار ذره‌ای آن، شامل یک چینش سه‌بعدی از اتم‌های کربن می‌شود.
۴) سیلیس، جریان الکتریسیته را عبور نداده و همه حلقه‌های موجود در ساختار آن، با استفاده از ۱۲ اتم مجزا ساخته شده‌اند.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۲۰۳)

سیلیس یا سیلیسیم دی‌اکسید، عضوی از خانواده‌ی جامدهای کووالانسی است. ساختار این ماده به صورت زیر است:



با توجه به ساختار نشان داده شده، برخی از حلقه‌های موجود در ساختار سیلیس با استفاده از ۶ اتم(۳ اتم سیلیسیم و ۳ اتم اکسیژن) و برخی از حلقه‌های موجود در ساختار این ماده نیز با استفاده از ۱۲ اتم(۶ اتم سیلیسیم و ۶ اتم اکسیژن) ساخته شده‌اند. بر این اساس، می‌توان گفت در ساختار سیلیس حلقه‌های شش‌ضلعی و دوازده‌ضلعی وجود دارد.

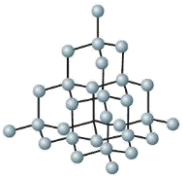
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) الماس و گرافیت، دگرشکل‌هایی از کربن محسوب می‌شوند که در دسته‌ی جامدهای کووالانسی قرار دارند. این مواد شبکه‌ای به هم پیوسته و غول‌آسا از شمار بسیار زیادی اتم هستند که با پیوند اشتراکی به هم متصل شده‌اند. توجه داریم که گرافیت به علت داشتن ساختار لایه‌ای، نسبت به بلور الماس درجه سختی کمتری دارد.

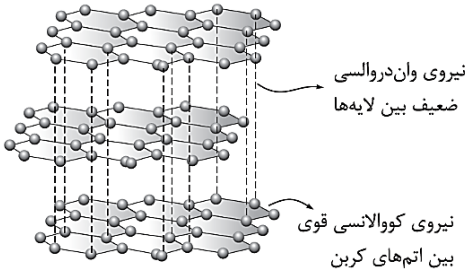
۲) سیلیس افزون برخاک رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و نیز شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکندهای روی آنها شده است. در ساختار این ماده، هر اتم سیلیسیم به چهار اتم اکسیژن و هر اتم اکسیژن نیز به دو اتم سیلیسیم متصل شده است. با توجه به ساختار نشان داده شده، این ماده مقاوت بالایی در برابر سایش و گرما دارد. کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است. سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه، در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود و همانطور که می‌دانیم، منشور وسیله‌ای است که با استفاده از آن می‌توان نور سفید رنگ خورشید را به پرتوهای مرئی سازنده آن تجزیه کرد.

www.biomaze.ir

۳) ساختار قسمتی از بلور الماس، به صورت زیر است:



با توجه به تصویر نشان داده شده، ساختار ذره‌ای الماس شامل یک چینش سه‌بعدی از اتم‌های کربن می‌شود. ساختار گرافیت نیز به صورت زیر است:



با توجه به این تصویر، گرافیت ساختار لایه‌ای دارد و در هر لایه از آن، اتم‌های کربن مطابق با یک ساختار دوبعدی به یکدیگر متصل شده‌اند. از آن‌جا که بین لایه‌های مختلف سازنده‌ی گرافیت نیروی ضعیف وان‌دروالسی وجود دارد، این لایه‌ها می‌توانند به راحتی بر روی یکدیگر بلغزند و به همین خاطر، گرافیت برخلاف الماس مادهٔ بسیار نرمی است. توجه داریم که گرافیت برخلاف الماس رسانای قوی جریان الکتریسیته است، اما یک نمونهٔ خالص از این ماده، رسانایی گرمایی ندارد. با توجه به فاصلهٔ نسبتاً زیاد میان لایه‌های کربنی موجود در ساختار گرافیت، تراکم اتم‌های کربن در این ماده کم‌تر از تراکم اتم‌های کربن در الماس بوده و به همین خاطر، چگالی گرافیت کمتر از چگالی الماس است.

گروه آموزشی ماز

۹۴- در آلیاژی از فلزهای روی و آهن، درصد جرمی فلز واکنش‌پذیرتر برابر با ۶۵٪ است. یک نمونه ۴۰ گرمی از این آلیاژ فلزی با چند لیتر محلول هیدرویدیک اسید با $pH = ۱/۳$ به طور کامل واکنش می‌دهد؟ ($Zn = ۶۵$ و $Fe = ۵۶$: $g.mol^{-۱}$)

۱) ۶/۵ ۲) ۱۹/۵ ۳) ۱۳ ۴) ۲۶

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۳)

همانطور که می‌دانیم، فلز روی نسبت به فلز آهن واکنش‌پذیری بیشتری دارد. بنابراین می‌توان گفت درصد جرمی فلز روی در نمونه‌ی ۴۰ گرمی آلیاژ برابر با ۶۵ درصد است. با توجه به توضیحات ذکرشده، جرم فلز روی به‌کار رفته در آلیاژ را بدست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی ماده} = \frac{\text{جرم ماده‌ی موردنظر در نمونه}}{\text{جرم نمونه}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۶۵ = \frac{\text{جرم فلز روی}}{۴۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم فلز روی} = ۲۶\ g$$

بنابر محاسبات انجام‌شده، ۲۶ گرم فلز روی و ۱۴ گرم فلز آهن در نمونه‌ی آلیاژ وجود دارد که با محلول هیدرویدیک‌اسید واکنش می‌دهند. معادله موازنه‌شده واکنش فلز روی و آهن با محلول هیدرویدیک‌اسید به صورت زیر است.

$$Zn(s) + ۲HI(aq) \longrightarrow ZnI_۲(aq) + H_۲(g)$$
$$Fe(s) + ۲HI(aq) \longrightarrow FeI_۲(aq) + H_۲(g)$$

قبل از محاسبه‌ی حجم محلول هیدرویدیک‌اسید مصرف‌شده، مولاریته‌ی این محلول را تعیین می‌کنیم. pH محلول هیدرویدیک‌اسید برابر با ۱/۳ است، بنابراین غلظت یون هیدرونیوم در این محلول برابر است با:

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱/۳} = ۱۰^{-۲} \times ۱۰^{۰/۷} = ۵ \times ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

اکنون می‌توانیم مولاریته‌ی محلول هیدرویدیک‌اسید را حساب کنیم. هیدرویدیک اسید، اسیدی بسیار قوی بوده که درجه یونش آن برابر با ۱ است. بر این اساس، داریم:

$$[H^+] = M \times \alpha \times n \Rightarrow M = \frac{[H^+]}{\alpha \times n} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۲}}{۱ \times ۱} = ۵ \times ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

در نهایت با استفاده از غلظت محلول هیدرویدیک‌اسید و معادله‌ی موازنه‌شده واکنش‌ها، حجم محلول هیدرویدیک‌اسید مصرف‌شده در واکنش با فلزهای روی و آهن را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ L\ HI = ۲۶\ g\ Zn \times \frac{۱\ mol\ Zn}{۶۵\ g\ Zn} \times \frac{۲\ mol\ HI}{۱\ mol\ Zn} \times \frac{۱\ L\ HI}{۵ \times ۱۰^{-۲}\ mol\ HI} = ۱۶L$$
$$?\ L\ HI = ۱۴\ g\ Fe \times \frac{۱\ mol\ Fe}{۵۶\ g\ Fe} \times \frac{۲\ mol\ HI}{۱\ mol\ Fe} \times \frac{۱\ L\ HI}{۵ \times ۱۰^{-۲}\ mol\ HI} = ۱۰L$$

بنابراین در واکنش این آلیاژ با محلول هیدرویدیک‌اسید، ۲۶ لیتر از این محلول مصرف می‌شود.

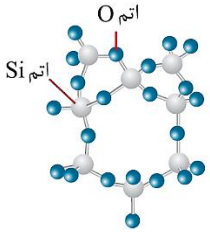
www.biomaze.ir

۹۵- کدام‌یک از مقایسه‌های زیر، در رابطه با نمونه‌هایی از سیلیس و کربن دی‌اکسید به صورت نادرست انجام شده است؟

۱) دمای ذوب: CO_2 > سیلیس
۲) درصد جرمی اکسیژن: CO_2 < سیلیس
۳) آنتالپی پیوندهای اشتراکی: CO_2 < سیلیس
۴) مقدار انحلال‌پذیری در آب: CO_2 > سیلیس

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

سیلیس یا سیلیسیم‌دی‌اکسید(SiO_2)، فراوان‌ترین اکسید موجود در پوسته جامد زمین بوده و از کنار هم قرارگرفتن اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن تشکیل شده است. سیلیس بر خلاف کربن‌دی‌اکسید، نوعی جامد کووالانسی است و در ساختار این ماده، اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی $Si-O-Si$ به یکدیگر متصل شده‌اند. ساختار سیلیس و کربن‌دی‌اکسید(CO_2) تفاوت‌های آشکاری با یکدیگر دارند. به همین علت، خواص این دو ماده نیز متفاوت از یکدیگر خواهد بود. ساختار این دو ماده به صورت زیر است:



اغلب اکسیدهای نافلزی گازی از جمله گاز کربن‌دی‌اکسید با آب واکنش می‌دهند و محلول‌های اسیدی را ایجاد می‌کنند، پس می‌توان گفت این مواد انحلال‌پذیری بالایی در آب دارند. توجه داریم که سیلیس(SiO_2)، برخلاف کربن‌دی‌اکسید(CO_2) در آب نامحلول است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) سیلیس، یک جامد کووالانسی است. برای ذوب کردن و یا خردکردن سیلیس و سایر جامدهای کووالانسی، باید بر پیوندهای اشتراکی بین اتم‌های موجود در این مواد غلبه کنیم. بر این اساس، جامدهای کووالانسی دیرگداز بوده و علاوه بر سختی زیاد، نقطه‌ی ذوب بالایی دارند. در نقطه‌ی مقابل، گاز کربن‌دی‌اکسید یک ماده‌ی مولکولی است. همانطور که می‌دانیم، برای ذوب کردن مواد مولکولی، باید بر نیروهای ضعیف بین مولکولی در آن‌ها غلبه کنیم. به همین دلیل، چنین موادی نقطه ذوب پایینی دارند.

۲) هر مول سیلیس(SiO_2)، همانند هر مول کربن‌دی‌اکسید(CO_2)، دارای دو مول اتم اکسیژن در ساختار خود است. با توجه به اینکه عنصر سیلیسیم در خانه‌ی پایینی عنصر کربن در جدول تناوبی واقع شده است، جرم اتمی بیشتری نسبت به جرم اتمی عنصر کربن دارد. بنابراین سیلیس نسبت به کربن‌دی‌اکسید، جرم مولی بیشتری خواهد داشت. از آنجا که شمار اتم‌های اکسیژن در یک مول از این دو ماده با یکدیگر برابر است اما سیلیس جرم مولی بالاتری دارد، نتیجه می‌گیریم درصد جرمی عنصر اکسیژن در کربن‌دی‌اکسید(ماده‌ای که جرم مولی پایین‌تری دارد)، بیشتر خواهد بود.

۳) کربن‌دی‌اکسید(CO_2) یک ماده‌ی مولکولی است که در هر مولکول آن، یک اتم کربن توسط دو پیوند دوگانه به دو اتم اکسیژن متصل شده است. ساختار این ماده به صورت زیر است:

$$\ddot{O}=C=\ddot{O}$$

از آنجا که آنتالپی پیوند $C=O$ نسبت به $Si-O$ بیشتر است، پس می‌توان گفت آنتالپی پیوندهای اشتراکی در کربن‌دی‌اکسید نسبت به سیلیس بیشتر خواهد بود. به خاطر داریم که آنتالپی یک پیوند با مرتبه‌ی پیوند رابطه‌ی مستقیم و با شعاع اتمی اتم‌های دخیل در پیوند، رابطه‌ی عکس دارد.

گروه آموزشی ماز

۹۶- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) یک نمونه از سیلیسیم خالص، سطحی درخشان داشته و در مقایسه با الماس، در دمای پایین‌تری ذوب می‌شود.
۲) گرافن یک ماده شفاف است که از اتصال اتم‌های کربن ایجاد شده و نسبت به فولاد، مقاومت کششی بالاتری دارد.
۳) برای ذوب سیلیس، باید به نیروی پیوندهای $Si-O$ غلبه کرده و در این حالت، یک ماده مذاب رسانا بدست می‌آید.
۴) میانگین آنتالپی پیوندهای اشتراکی موجود در گرافن به $\Delta H(C-C)$ در مقایسه با $\Delta H(C=C)$ نزدیک‌تر است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

سیلیس یک جامد کووالانسی است که در ساختار آن، اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی $Si-O-Si$ به یکدیگر متصل شده‌اند. همانطور که می‌دانیم، برای ذوب جامدهای کووالانسی باید بر نیروی پیوندهای اشتراکی بین اتم‌های این مواد غلبه کنیم. توجه داریم که جامدهای کووالانسی بر خلاف جامدهای یونی، در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته نیستند.

www.biomaze.ir

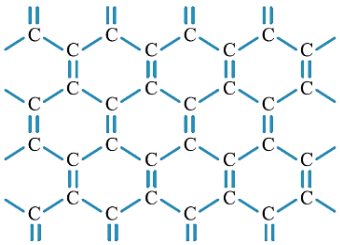
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) سیلیسیم شبه‌فلزی است که در تناوب سوم جدول تناوبی قرار گرفته است. شبه فلزها، همانند فلزها در حالت جامد سطحی درخشان دارند. به علاوه می‌دانیم، هرچه میانگین آنتالپی یک پیوند بیشتر باشد، شکستن آن پیوند دشوارتر است. از آنجا که شعاع اتمی سیلیسیم در مقایسه با کربن بیشتر است، آنتالپی پیوند $C-C$ در مقایسه با پیوند $Si-Si$ بیشتر خواهد بود. بنابراین به علت کمتر بودن آنتالپی پیوندهای اشتراکی $Si-Si$ موجود در سیلیسیم نسبت به آنتالپی پیوندهای $C-C$ موجود در الماس، سیلیسیم در مقایسه با الماس، در دمای پایین‌تری ذوب می‌شود.

۲) به هر یک از لایه‌های سازنده گرافیت، گرافن گفته می‌شود که در آن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند. گرافن با الگوی خاص در ساختار خود(الگویی مانند کندوی زنبورعسل)، استحکام ویژه‌ای دارد به‌طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. با توجه به این‌که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است، این ماده را می‌توان یک گونه شیمیایی دوبعدی درنظر گرفت. ساختار گرافن به صورت زیر است:

گرافن، یک گونه‌ی شفاف و انعطاف‌پذیر است. این ماده، همانند گرافیت، رسانای جریان الکتریسیته است. چون رسانایی الکتریکی این ماده توسط الکترون‌های موجود در آن انجام می‌شود، گرافیت یک رسانای الکترونی به شمار می‌رود. یک روش ساده برای تهیه‌ی گرافن، استفاده از نوارچسب و گرافیت برای جداکردن لایه‌هایی از آن است. با این کار، لایه‌ای به ضخامت نانومتر از اتم‌های کربن در سطح نوارچسب ایجاد می‌شود که همان گرافن است.

۴) ساختار گرافن به صورت زیر است:



با توجه به ساختار بالا، گرافن یک جامد کووالانسی دو بعدی است که در ساختار آن، هر اتم کربن توسط یک پیوند $C=C$ و دو پیوند $C-C$ به سایر اتم‌های کربن متصل شده است. پس برای محاسبه‌ی میانگین پیوندهای اشتراکی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{میانگین پیوندهای اشتراکی} = \frac{۱\times(C=C)+۲\times(C-C)}{۳}$$

با توجه به توضیحات داده‌شده، میانگین پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار گرافن به $\Delta H(C-C)$ در مقایسه با $\Delta H(C=C)$ نزدیک‌تر است.

گروه آموزشی ماز

۹۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) سیلیسیم‌دی‌اکسید در واکنش با کربن، گازی را ایجاد می‌کند که ذرات آن در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

ب) سازه‌های یخی شفاف بوده و در آن‌ها، هر مولکول $H_۲O$ توسط ۲ پیوند هیدروژنی به سایر مولکول‌ها متصل شده است.

پ) دمای جوش مواد مولکولی، بیشتر از دمای ذوب این مواد بوده و مقدار آن به قدرت نیروهای بین مولکولی بستگی دارد.

ت) آمونیاک، $\mu > ۰$ داشته و در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی آن، اتمی با شعاع بزرگ‌تر با رنگ قرمز مشخص می‌شود.

ث) دانه برف، یک سازه یخی طبیعی بوده و مبنای تشکیل آن، وجود حلقه‌های شش‌گوشه در ساختار ذره‌ای یخ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

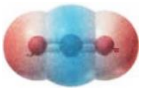
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۲۰۳)

موارد (پ)، (ت) و (ث) درست بوده و موارد (آ) و (ب) نادرست هستند.

بررسی موارد:

آ) از واکنش سیلیسیم‌دی‌اکسید با کربن، برای تهیه‌ی سیلیسیم استفاده می‌شود که عنصر اصلی سازنده‌ی سلول‌های خورشیدی است. معادله‌ی واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است. $SiO_۲(s)+۲C(s)\xrightarrow{\Delta}Si(l)+۲CO(g)$

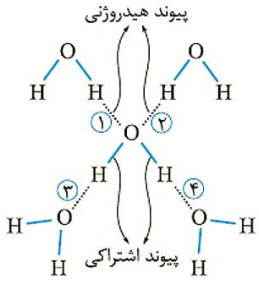
طبق معادله‌ی این واکنش، گاز کربن مونوکسید نیز تولید می‌شود و همانطور که می‌دانیم، کربن مونوکسید از مولکول‌های قطبی ساخته شده است. این در حالی است که کربن‌دی‌اکسید، اکسید ناقطبی کربن به شمار می‌رود. نقشه‌ی پتانسیل الکترواستاتیکی کربن‌دی‌اکسید به صورت زیر است:



www.biomaze.ir

در مولکول خطی کربن‌دی‌اکسید، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های اکسیژن بیشتر از اتم کربن است، از این رو به اتم‌های اکسیژن بار جزئی منفی($-\delta$) و به اتم کربن، بار جزئی مثبت($+\delta$) نسبت داده می‌شود. به علت توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند و گشتاور دوقطبی آن برابر با صفر است.

ب) سازه‌های یخی، به شرطی که از H_2O خالص تشکیل شده باشند، ظاهر شفاف خواهند داشت. مطابق شکل زیر، در ساختار یخ هر مولکول آب با چهار مولکول آب دیگر از طریق پیوندهای هیدروژنی متصل است.



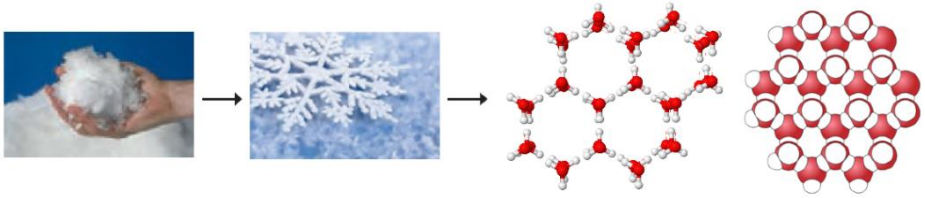
مطابق تصویر نشان داده شده، در ساختار یخ هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های H_2O دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است.

پ) دمای ذوب، دمای لازم برای تبدیل یک ماده جامد به حالت مایع و دمای جوش، دمای لازم برای تبدیل یک ماده مایع به حالت بخار است. با توجه به سطح انرژی مواد در حالت‌های مختلف، می‌توان گفت دمای جوش یک ماده، از دمای ذوب آن بیشتر است. توجه داریم که رفتار فیزیکی مواد مولکولی مانند دمای ذوب و جوش، به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها و رفتار شیمیایی این مواد مانند واکنش‌پذیری، به طور عمده به پیوندهای اشتراکی(جفت الکترون‌های پیوندی) و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول بستگی دارد.

ت) نقشه‌ی پتانسیل الکترواستاتیکی آمونیاک به صورت زیر است:

با توجه به نقشه‌ی پتانسیل الکترواستاتیکی، آمونیاک گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارد. همانطور که در این نقشه مشخص است، اتم نیتروژن که نسبت به اتم‌های هیدروژن شعاع اتمی بزرگ‌تری دارد، با رنگ قرمز مشخص شده است.

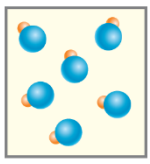
ث) دانه برف، یک سازه یخی طبیعی به شمار می‌رود. توجه داریم که مبنای تشکیل دانه‌های برف، وجود حلقه‌های شش‌گوشه در ساختار ذره‌ای یخ است. در واقع در ساختار برف، مولکول‌های H_2O در یک آرایش منظم و با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه در کنار هم قرار گرفته‌اند. در ساختار هر حلقه، ۶ اتم اکسیژن(در راس هر ضلع) و ۶ اتم هیدروژن(در وسط هر ضلع) قرار گرفته است. تصاویر زیر، مدل قرارگیری مولکول‌های H_2O در ساختار یخ را نشان می‌دهد.



برف — بلورهای یخ — مدل گلوله و میله — مدل فضاپرکن

گروه آموزشی ماز

۹۸- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟



آ) در دمای اتاق، ترکیب هیدروژن‌دار هالوژن‌ها خاصیت اسیدی داشته و ساختار آن‌ها به‌صورت مقابل است.

ب) مولکول هیدروژن پراکسید، ساختار خطی داشته و اتم‌های اکسیژن موجود در آن بار نسبی منفی دارند.

پ) گاز Cl_2، از ذرات جورهسته تشکیل شده و توزیع بار الکتریکی نسبی در تمام نقاط مولکول آن همگن است.

ت) اگر یکی از اتم‌های H اتیلن را با اتم فلوئور جایگزین کنیم، گشتاور دوقطبی و دمای جوش این ماده افزایش می‌یابد.

۱) آ و ت ۲) آ و پ ۳) ب و ت ۴) ب و پ

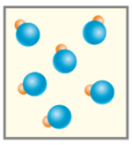
پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

موارد (آ) و (ت) درست‌اند.

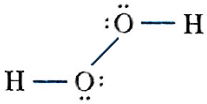
www.biomaze.ir

بررسی موارد:

آ) هالیدهای هیدروژن، با حل شدن در آب یون هیدرونیوم تولید می‌کنند، بنابراین می‌توان گفت مواد مورد نظر اسید آرنیوس محسوب می‌شوند و خاصیت اسیدی دارند. در بین هالیدهای هیدروژن، HCl، HBr و HI اسید قوی و HF اسید ضعیف است. ساختار این ترکیب‌ها به صورت زیر است:



ب) ساختار هیدروژن پراکسید(H_2O_2) به صورت زیر است:



با توجه به ساختار بالا، هیدروژن پراکسید ساختار خطی ندارد چراکه اتم‌های اکسیژن موجود در ساختار این ماده حاوی جفت الکترون‌های ناپیوندی هستند. در مولکول این ماده، به اتم اکسیژن که خصلت نافلزی بیشتری دارد، بار جزئی منفی($-\delta$) و به اتم هیدروژن، بار جزئی مثبت($+\delta$) تعلق می‌گیرد.

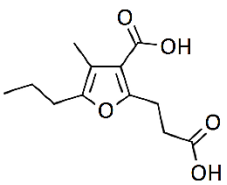
پ) مولکول‌هایی مانند Cl_2 که از اتصال دو اتم یکسان به هم تشکیل شده‌اند، مولکول‌های دو اتمی جور هسته نامیده می‌شوند. نقشه‌ی پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول Cl_2 به صورت زیر است:

با توجه به تصویر بالا، در مولکول‌های دواتمی جورهسته، الکترون‌های پیوندی بیشتر وقت خود را در فضای بین دو اتم سپری می‌کنند. بر این اساس، می‌توان گفت فضای بین دو اتم کلر در ساختار این مولکول دارای بار جزئی منفی و دو سر مولکول دارای بار جزئی مثبت است.

ت) اگر یکی از اتم‌های هیدروژن اتیلن(C_2H_4) را با اتم فلوئور جایگزین کنیم، مولکول فلوئورواتن(C_2H_3F) حاصل می‌شود که گشتاور دوقطبی بزرگتر از صفر دارد. این در حالی است که گشتاور دوقطبی اتن(اتیلن) تقریبا برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود. فلوئورواتن نسبت به اتن، گشتاور دوقطبی و جرم مولی بیشتر و به دنبال آن، قدرت نیروهای بین مولکولی قوی‌تری دارد و از آنجا که رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها وابسته است، می‌توان نتیجه گرفت فلوئورواتن نسبت به اتن، دمای جوش بالاتری خواهد داشت.

گروه آموزشی ماز

۹۹- ترکیبی با ساختار مقابل، دارای ..... پیوند اشتراکی در ساختار خود بوده و درصد جرمی اتم‌های کربن موجود در ساختار آن، ۰/۷۵ برابر درصد جرمی کربن در گاز ..... است.



$(O = 16 \text{ و } C = 12 \text{ و } H = 1 : \ g.mol^{-1})$

۱) ۳۷ - پروپان
۲) ۳۷ - اتان
۳) ۳۵ - پروپان
۴) ۳۵ - اتان

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۳)

فرمول شیمیایی ماده موردنظر به صورت $C_{12}H_{16}O_5$ است. این ماده نوعی کربوکسیلیک اسید دوعاملی به شمار می‌رود. برای محاسبه شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار مولکولی یک ماده آلی که شامل n اتم کربن می‌شود، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{تعداد اتم } H = 2n + 2 - 2 \times (\text{تعداد حلقه} + \text{تعداد پیوند دوگانه}) - 4 \times (\text{تعداد پیوند سه‌گانه}) - \underbrace{X}_{\text{تعداد هالوژن‌ها}} + \underbrace{N}_{\text{تعداد نیتروژن‌ها}}$$

همچنین برای محاسبه تعداد پیوندهای کووالانسی موجود در یک ترکیب آلی یا فرمول $C_nH_mN_xO_y$، از رابطه‌ی زیر بهره می‌گیریم:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{4n + m + 3x + 2y}{2}$$

بنابراین تعداد پیوندهای اشتراکی در مولکول $C_{12}H_{16}O_5$ برابر است با:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{(4 \times 12) + 16 + (2 \times 5)}{2} = 37$$

در قدم بعد درصد جرمی کربن در ترکیب آلی موردنظر را محاسبه می‌کنیم:

$$C \text{ درصد جرمی} = \frac{\text{جرم اتم‌های } C \text{ موجود در ترکیب}}{\text{جرم ترکیب آلی}} \times 100 = \frac{(12 \times 12)}{(12 \times 12) + (16 \times 1) + (5 \times 16)} = 60\%$$

www.biomaze.ir

پس درصد جرمی کربن در این ترکیب برابر با ۶۰ درصد است. می‌دانیم که درصد جرمی کربن در آلکان‌ها(ترکیب‌هایی با فرمول مولکولی کلی C_nH_{2n+2}) از رابطه‌ی $\frac{12n}{14n+2} \times 100$ بدست می‌آید. با استفاده از این رابطه درصد جرمی کربن در اتان(C_2H_6) و پروپان(C_3H_8) را بدست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی } C \text{ در اتان} = \frac{12n}{14n+2} \times 100 = \frac{24}{30} \times 100 = 80\%$$

$$\text{درصد جرمی } C \text{ در پروپان} = \frac{12n}{14n+2} = \frac{36}{44} = 82\%$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم درصد جرمی کربن در ترکیب موردنظر، ۰/۷۵ برابر درصد جرمی کربن در اتان و معادل با ۶۰٪ است.

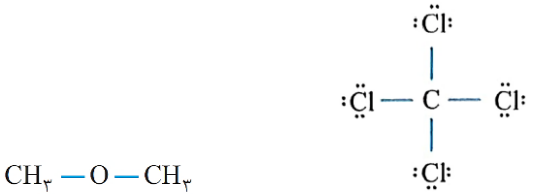
گروه آموزشی ماز

۱۰۰- کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با دی‌متیل اتر نادرست است؟

۱) نسبت به مولکول اتانول، ایزومر بوده و در مقایسه با این ماده، به مقدار کمتری در آب حل می‌شود.
۲) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در این ماده، ۸ برابر مقدار این نسبت در NO_2Cl است.
۳) همانند CCl_4، اگر یک باریکه مایع از آن را به میله باردار نزدیک کنیم، باریکه از مسیر خود منحرف می‌شود.
۴) اگر گروه‌های متیل موجود در این ماده را با گروه اتیل جایگزین کنیم، درصد جرمی اکسیژن در آن کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

دی‌متیل‌اتر(C_2H_6O)، برخلاف کربن تتراکلرید(CCl_4)، یک ماده قطبی است و با نزدیک کردن میله‌ی شیشه‌ای باردار به باریکه مایعی از آن، باریکه مایع از مسیر خود منحرف می‌شود. توجه داریم که برای تشخیص قطبی یا ناقطبی بودن مولکول‌های سازنده یک مایع، می‌توانیم یک میله شیشه‌ای باردار را به باریکه‌ای از آن مایع نزدیک کنیم. اگر باریکه مایع تحت تاثیر میدان ایجاد شده توسط میله شیشه‌ای از مسیر خود منحرف شود، پی می‌بریم که مولکول‌های سازنده آن ماده قطبی هستند در حالی که اگر باریکه مایع منحرف نشود، پی می‌بریم که مولکول‌های سازنده آن ماده ناقطبی هستند. ساختار دی‌متیل‌اتر و کربن تتراکلرید به صورت زیر است:

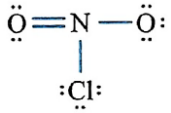


$$CH_3 - O - CH_3$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) به موادی که فرمول شیمیایی یکسان و ساختار مولکولی متفاوت دارند، ایزومر می‌گوییم. اتانول(C_2H_5OH) و دی‌متیل اتر(C_2H_6O) با وجود داشتن فرمول شیمیایی یکسان، ساختار متفاوتی دارند و ایزومر یکدیگر محسوب می‌شوند. توجه داریم که اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود و انحلال‌پذیری آن در آب از دی‌متیل اتر بیشتر است.

۲) ساختار لوویس مولکول NO_2Cl به صورت زیر است:



با توجه به ساختار لوویس این دو ماده، تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در ساختار دی‌متیل اتر برابر با ۸ و تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی برابر با ۲ است. از این رو نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در ساختار این ماده برابر با ۴ است. توجه داریم که در ساختار دی‌متیل‌اتر، فقط ۲ جفت الکترون ناپیوندی روی اتم اکسیژن وجود دارد. از طرف دیگر، تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در ساختار NO_2Cl برابر با ۴ و تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی آن برابر با ۸ است. بنابراین نسبت جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در این ماده برابر با ۰/۵ خواهد بود. با توجه به توضیحات داده‌شده، مقدار نسبت خواسته شده برابر با $\frac{4}{0/5} = 8$ است.

۴) با جایگزین کردن گروه‌های متیل از مولکول دی‌متیل‌اتر(C_2H_6O) با گروه‌های اتیل، ترکیبی با نام دی‌اتیل‌اتر($C_4H_{10}O$) حاصل می‌شود. با توجه به اینکه تعداد اتم‌های اکسیژن در هر مولکول این دو ماده با یکدیگر برابر است، به علت بیشتر بودن جرم مولی دی‌اتیل‌اتر نسبت به دی‌متیل‌اتر، درصد جرمی عنصر اکسیژن در دی‌اتیل اتر کمتر خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

۱۰۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ ($g.mol^{-1}$: $H=1$ و $C=12$ و $N=14$ و $O=16$ و $S=32$)

آ) پس از قرار گرفتن محلول آبی سدیم سولفات در مسیر مدار الکتریکی، یون‌های سولفات جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

ب) با انحلال نمک خوراکی در آب، یون‌هایی از محلول با شعاع بزرگ‌تر، توسط اتم O مولکول‌های آب احاطه می‌شوند.

پ) کلروفرم یک ترکیب قطبی بوده و مجموع آنتالپی پیوندهای اشتراکی در مولکول آن در مقایسه با متان کمتر است.

ت) کربونیل سولفید، ۴ جفت الکترون ناپیوندی داشته و درصد جرمی کربن در آن برابر با درصد جرمی کربن در اوره است.

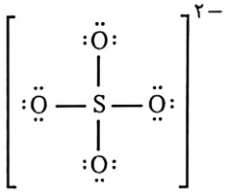
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۴۰۳)

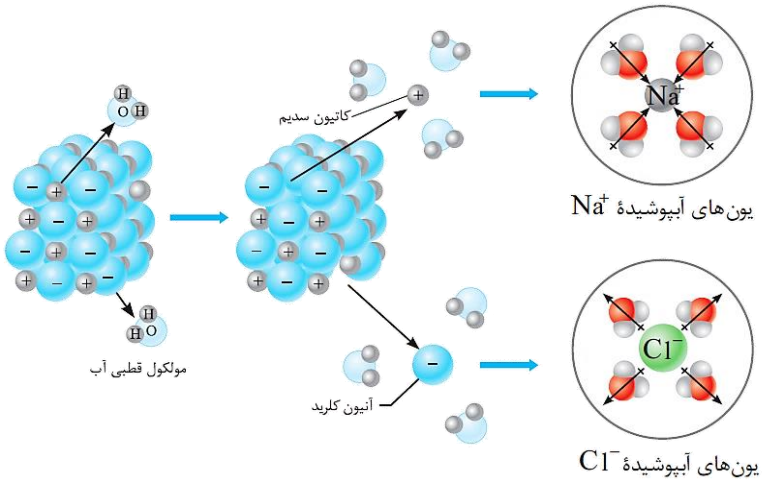
موارد (پ) و (ت) درست بوده و موارد (آ) و (ب) نادرست‌اند.

بررسی موارد:

آ) یون سولفات به علت داشتن ساختار متقارن، ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن برابر با صفر است. به همین علت، با قرار گرفتن محلول آبی سدیم سولفات در مسیر مدار الکتریکی، یون‌های سولفات جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند. ساختار یون سولفات به صورت زیر است:



ب) سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته‌اند. هنگامی که بلور کوچکی از این ماده‌ی جامد در آب وارد می‌شود، مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده و نیروی جاذبه‌ای میان آن‌ها برقرار می‌شود. به این صورت که مولکول‌های آب از سمت اکسیژن(سر منفی مولکول آب) به کاتیون‌ها و از سمت هیدروژن‌ها(سر مثبت مولکول آب) به آنیون‌ها نزدیک می‌شوند. تصویر زیر، فرایند انحلال سدیم کلرید در آب را نشان می‌دهد:



توجه داریم که در این محلول، سر مثبت(اتم هیدروژن) از مولکول‌های آب در مجاورت با یون‌های کلرید(یون‌هایی که شعاع بزرگ‌تری دارند) قرار گرفته است.

پ) کلروفرم($CHCl_3$) یک ماده‌ی قطبی است که با توجه به متفاوت بودن اتم‌های اطراف اتم مرکزی، بردارهای بار الکتریکی آن یکدیگر را خنثی نمی‌کنند و به همین دلیل گشتاور دوقطبی بزرگتر از صفر دارد. نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی این ماده به صورت زیر است:

کلروفرم($CHCl_3$)، در ساختار خود، دارای ۳ پیوند $C-Cl$ و ۱ پیوند $C-H$ است در حالی که متان در ساختار خود ۴ پیوند $C-H$ دارد. همانطور که می‌دانیم، آنتالپی پیوند با شعاع اتمی اتم‌های دخیل در تشکیل آن پیوند رابطه عکس دارد. پس با توجه به بیشتر بودن شعاع اتمی Cl نسبت به شعاع اتمی H، آنتالپی پیوند $C-H$ نسبت به $C-Cl$ بیشتر است. بنابراین آنتالپی پیوندهای اشتراکی در مولکول کلروفرم نسبت به متان کمتر خواهد بود.

www.biomaze.ir

ساختار این دو ماده به صورت زیر است:

ت) ساختار لوویس کربونیل سولفید(CSO) به صورت زیر است:

طبق ساختار بالا، شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در ساختار این ترکیب برابر با ۴ عدد است. در قدم بعد درصد جرمی کربن را در کربونیل سولفید و اوره($CO(NH_2)_2$) مقایسه می‌کنیم:

$$CSO \text{ : درصد جرمی کربن} = \frac{۱۲}{۶۰} \times ۱۰۰ = ۲۰٪$$

$$CO(NH_2)_2 \text{ : درصد جرمی کربن} = \frac{۱۲}{۶۰} \times ۱۰۰ = ۲۰٪$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم درصد جرمی کربن در این دو ترکیب با یکدیگر برابر و معادل با ۲۰٪ است.

گروه آموزشی ماز

۱۰۲- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) در نیروگاه‌های خورشیدی، یک شاره‌مولکولی انرژی خورشید را ذخیره‌کرده و در طول شب، موجب تولید برق می‌شود.

ب) ترکیب‌های یونی در حالت جامد نارسانا بوده و شمار اتم‌های موجود در واحد فرمولی همه آن‌ها کمتر از گلوکز است.

پ) بزرگ‌ترین منبع انرژی برای زمین، انرژی خود را به‌کمک پرتوهای الکترومغناطیسی به سمت زمین گسیل می‌کند.

ت) در نیروگاه‌های خورشیدی، انرژی پرتوهای نورانی موجب افزایش دما و در نهایت، تبخیر یک ماده مذاب می‌شوند.

۱) آ و پ ۲) ب و ت ۳) ب و پ ۴) فقط پ

پاسخ: گزینه ۴ (مفهومی ـ متوسط ـ ۱۲۰۳)

فقط مورد (پ) درست است.

بررسی موارد:

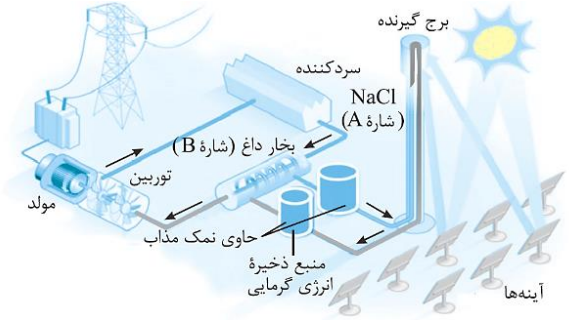
آ) در نیروگاه‌های خورشیدی، از یک ترکیب یونی مثل سدیم کلرید مذاب برای جذب گرمای خورشید استفاده می‌شود. در واقع، آینه‌های موجود در این نیروگاه‌ها پرتوهای خورشید را بر روی برج گیرنده متمرکز کرده و انرژی این پرتوها را به شاره‌ی یونی(سدیم کلرید مذاب) منتقل می‌کنند. طی این فرایند، دمای شاره یونی افزایش پیدا می‌کند. شاره‌ی یونی بسیار داغ تولید شده در این نیروگاه‌ها، برای استفاده در طول شب و یا در طول روزهای ابری، در منبع ذخیره‌ی انرژی گرمایی ذخیره می‌کند.

ب) ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای جریان الکتریسیته نیستند اما با ذوب‌کردن این مواد یا انحلال آن‌ها در آب، یک محلول الکترولیت به دست می‌آید. در هر مولکول گلوکز($C_6H_{12}O_6$)، ۲۴ اتم وجود دارد در حالی که بعضی از انواع صابون‌ها مانند $C_{17}H_{35}COONa$، شمار بیشتری اتم در هر واحد فرمولی خود دارند. توجه داریم که پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی، جزء مواد یونی محسوب می‌شوند.

پ) خورشید، بزرگ‌ترین منبع انرژی برای زمین است. این ستاره انرژی خود را در قالب پرتوهای الکترومغناطیسی به سمت ما(زمین) گسیل می‌کند که از آن می‌توان به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر استفاده کرد. از آن‌جا که بهره‌گیری بیشتر از این انرژی پاک موجب کاهش ردپای زیست‌محیطی می‌شود، دانشمندان به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از این انرژی خدادادی و رایگان را ذخیره کرده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف کنند. تبدیل پرتوهای خورشیدی به انرژی الکتریکی، فرایند آسانی نبوده و به دانش و فناوری پیشرفته نیاز دارد و به همین خاطر است که فقط در برخی از کشورهای توسعه‌یافته انجام می‌شود.

www.biomaze.ir

ت) تصویر زیر، شمایی از فناوری پیشرفته‌ی مورد نیاز برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی در نیروگاه‌های خورشیدی را نشان می‌دهد:



در این نیروگاه‌ها، پرتوهای خورشیدی پس از بازتاب از سطح آینه‌ها، در بالاترین نقطه‌ی برج متمرکز شده و انرژی خود را به شاره‌ی یونی(سدیم کلرید مذاب) که در حال عبورکردن از این قسمت است، منتقل می‌کنند و موجب افزایش دمای این ماده می‌شوند. توجه داریم که طی این فرایند، دمای سدیم کلرید مذاب افزایش پیدا می‌کند اما چون دمای نهایی آن کمتر از دمای جوش خود است، ماده مورد نظر تبخیر نمی‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۰۳- تصویر زیر، ساختار یون چنداتمی را نشان می‌دهد که همه اتم‌های موجود در آن از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کنند:

$$\left[N\equiv N-N\right]^{a}$$

درصد جرمی فلز آهن در ترکیب یونی حاصل از این آنیون با یونی از آهن که آرایش الکترونی آن به $3d^6$ ختم می‌شود، چقدر خواهد بود؟

($Fe = 56$ و $N = 14$: $g.mol^{-1}$)

۱) ۷۵ ۲) ۲۵ ۳) ۶۰ ۴) ۴۰

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مسأله ـ ۱۲۰۳)

برای تعیین بار یون به دو روش می‌توانیم عمل کنیم. در روش اول، ابتدا همه‌ی اتم‌ها را هشت‌تایی می‌کنیم.

$$\left[\ddot{N}\equiv N-\ddot{N}:\right]^{-}$$

از مجموع الکترون‌های ظرفیت اولیه‌ی اتم‌ها، مجموع الکترون‌های ظرفیتی را که در ساختار لوویس رسم شده است، کم می‌کنیم. الکترون‌های ظرفیتی هر اتم نیتروژن برابر با شماره‌ی گروه آن، یعنی ۵ است. ۳ اتم نیتروژن داریم؛ پس ۱۵ الکترون ظرفیتی در ابتدا وجود داشته است. در یون داده‌شده نیز مجموعا ۸ جفت الکترون پیوندی و ناپیوندی که معادل ۱۶ الکترون است، وجود دارد. بر این اساس، داریم:

$$\text{بار یون} = (3\times 5)-(8\times 2) = -1$$

در روش دوم، ابتدا شماره گروه عنصر را مشخص می‌کنیم و تعداد الکترون‌هایی را که به اشتراک می‌گذارد تا به آرایش گاز نجیب برسد(تعداد پیوند مجاز) را محاسبه می‌کنیم. در این شرایط، سه حالت زیر ایجاد می‌شود:

- اگر به همان تعداد پیوند مجاز، پیوند برقرار کرده بود، بار آن اتم برابر صفر است.
- اگر بیشتر از تعداد پیوند مجاز، پیوند برقرار کرده بود، به تعداد پیوند بیشتر از حد مجاز، بار مثبت می‌گیرد.
- اگر کمتر از تعداد پیوند مجاز، پیوند برقرار کرده بود، به تعداد پیوند کمتر از حد مجاز، بار مثبت می‌گیرد.

نیتروژن در گروه ۱۵ قرار دارد، پس مجاز به برقراری ۳ پیوند است. طبق این روش نیز بار الکتریکی یون مورد نظر برابر با ۱- می‌شود. همچنین می‌دانیم که اتم آهن برای رسیدن به آرایش الکترونی $[Ar]3d^6$، با از دست دادن ۲ الکترون از زیرلایه 4s به یون Fe^{2+} تبدیل می‌شود. پس فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از این دو یون به صورت $Fe(N_3)_2$ خواهد بود. در نهایت درصد جرمی فلز آهن در ترکیب $Fe(N_3)_2$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی } Fe = \frac{\text{جرم اتم‌های } Fe}{\text{جرم ترکیب یونی}}\times 100 = \frac{(1\times 56)}{(1\times 56)+(6\times 14)}\times 100 = 40\%$$

پس درصد جرمی فلز آهن در ترکیب یونی $Fe(N_3)_2$ برابر با ۴۰٪ است.

گروه آموزشی ماز

۱۰۴- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) $CaCl_2$، همانند سایر الکترولیت‌ها، یک ترکیب یونی بوده و واکنش تولید آن از عناصر سازنده از نوع اکسایش-کاهش است.
۲) در بازه دمایی که در آن یک نمونه از H_2O، برخلاف HF به حالت مایع وجود دارد، گاز H_2 با گاز Cl_2 واکنش می‌دهد.
۳) هرچه تفاوت بین نقطه‌ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، نیروهای جاذبه میان ذرات آن ماده ضعیف‌تر است.
۴) در واکنش میان گاز زرد رنگ کلر با فلز سدیم، هر اتم فلزی یک الکترون با عدد کوانتومی اصلی ۲ از دست می‌دهد.

www.biomaze.ir

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۲۰۳)

نقطه جوش $H_۲O$ برابر با ۱۰۰ و نقطه جوش HF برابر با ۱۹ درجه سانتی‌گراد است. بر این اساس، می‌توان گفت که در بازه‌ی دمایی بین ۱۹ تا ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، یک نمونه از $H_۲O$ بر خلاف HF به صورت مایع دیده می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم گاز هیدروژن با گاز کلر در دمای اتاق(۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد)، به آرامی واکنش می‌دهد. با افزایش دمای محیط، سرعت واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر بیشتر می‌شود. جدول زیر، شرایط واکنش انواع هالوژن‌ها با گاز هیدروژن را نشان می‌دهد:

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای $-۲۰۰\ ^\circ C$ به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای $۲۰۰\ ^\circ C$ واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از $۴۰۰\ ^\circ C$ واکنش می‌دهد.

کاهش واکنش‌پذیری

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برخی از مواد رسانا همانند فلزها و گرافیت، رسانای الکترونی محسوب شده و برخی دیگر همانند محلول $CaCl_۲$ و محلول هیدروکلریک اسید، رسانای یونی محسوب می‌شوند. رسانایی الکتریکی در رساناهای الکترونی به وسیله‌ی الکترون‌های آزاد و در رساناهای یونی به وسیله‌ی یون‌ها انجام می‌پذیرد. توجه داریم که برخی از مواد الکترولیت از جمله گازهای هیدروژن کلرید و هیدروژن برمید، از جمله ترکیب‌های یونی نبوده و نوعی ماده مولکولی محسوب می‌شوند در حالی که برخی از الکترولیت‌ها از جمله کلسیم کلرید، نوعی ماده یونی هستند. واکنش تولید کلسیم‌کلرید از عناصر سازنده، یک واکنش اکسایش-کاهش بوده و معادله واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$Ca(s) + Cl_۲(g) \longrightarrow CaCl_۲(s)$$

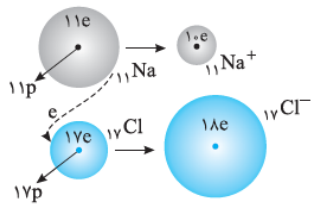
نیم‌واکنش اکسایش : $Ca(s) \longrightarrow Ca^{۲+}(s) + ۲e$

نیم‌واکنش کاهش : $Cl_۲(g) + ۲e \longrightarrow ۲Cl^-(g)$

۳) به طور کلی، هر چه تفاوت نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده آن ماده قوی‌تر است. برای مثال، هیدروژن فلوئورید و نیتروژن جزء ترکیب‌های مولکولی هستند و سدیم کلرید نیز یک ترکیب یونی است؛ پس با توجه به بیشتربودن تفاوت نقطه ذوب و جوش سدیم کلرید نسبت به دو ترکیب دیگر، می‌توان گفت نیروی جاذبه میان آنیون‌ها و کاتیون‌ها در ترکیب‌های یونی، قوی‌تر از نیروی جاذبه وان‌درووالسی و یا پیوند هیدروژنی میان ذرات سازنده ترکیب‌های مولکولی است.

۴) واکنش میان فلز سدیم و گاز کلر، بسیار گرماده بوده و با آزاد شدن نور و گرمای زیاد همراه است. در این واکنش، نمک خوراکی سفیدرنگ تولید می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:

تصویر زیر نیز روند مبادله الکترون بین اتم‌های سدیم و کلر در زمان تشکیل سدیم کلرید را نشان می‌دهد:



نیم‌واکنش اکسایش: $Na(s) \rightarrow Na^+(s) + e^-$

$_{۱۱}Na: [_{۱۰}Ne]۳s^۱ \Rightarrow {}_{۱۱}Na^+ : [_{۱۰}Ne]$

نیم‌واکنش کاهش: $Cl_۲(g) + ۲e^- \rightarrow ۲Cl^-(s)$

$_{۱۷}Cl: [_{۱۰}Ne]\,۳s^۲\,۳p^۵ \Rightarrow {}_{۱۷}Cl^- : [_{۱۸}Ar]$

با توجه به اطلاعات موجود در تصاویر بالا، طی این فرایند هر اتم سدیم یک الکترون با عدد کوانتومی اصلی(n) ۳ از دست می‌دهد.

۱۰۵- پاسخ درست پرسش‌های زیر در رابطه با یون‌ها و ترکیب‌های یونی مختلف، در کدام گزینه آمده است؟

آ) اگر مجموع شعاع یون‌های سدیم و سولفید برابر $۲۸۶pm$ باشد، مجموع شعاع یون‌های منیزیم و کلرید برابر با چند نانومتر می‌تواند باشد؟

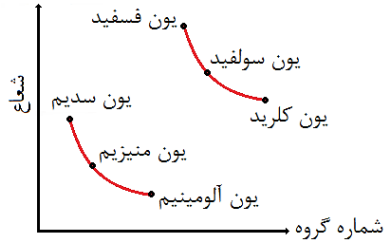
ب) اگر آنتالپی فروپاشی شبکه لیتیم کلرید برابر با $۸۴۲kJ.mol^{-۱}$ باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه سدیم برمید برابر با چند کیلوژول بر مول می‌تواند باشد؟

۱) ۰/۲۵۳ - ۸۸۲ ۲) ۰/۲۵۳- ۷۳۸ ۳) ۰/۳۱۴ - ۸۸۲ ۴) ۰/۳۱۴ - ۷۳۸

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۳)

پاسخ درست پرسش‌های مطرح‌شده به صورت زیر است:

آ) از میان آنیون‌های یک دوره، با افزایش بار یون‌ها، شعاع آن‌ها افزایش می‌یابد. به عنوان مثال، مقایسه‌ی شعاع آنیون‌های موجود در تناوب سوم به صورت $_{۱۵}P^{۳-} > _{۱۶}S^{۲-} > _{۱۷}Cl^{-}$ است. با توجه به نماد این یون‌ها، پی می‌بریم که شمار الکترون‌های موجود در آن‌ها با هم برابر است در حالی که تعداد پروتون‌های موجود در هسته‌ی این یون‌ها با هم متفاوت است. در هر یونی که شمار پروتون‌های موجود در هسته بیشتر باشد، این پروتون‌ها الکترون‌های اطراف خود را با قدرت بیشتری جذب می‌کنند و شعاع آن یون کوچک‌تر خواهد بود. به عبارت دیگر، با افزایش عدد اتمی در آنیون‌هایی که تعداد الکترون‌های برابری دارند، نیروی جاذبه‌ی هسته افزایش یافته و شعاع یونی کاهش پیدا می‌کند. از میان کاتیون‌های یک دوره، با افزایش بار یون‌ها، شعاع آن‌ها کاهش می‌یابد. به عنوان مثال مقایسه‌ی شعاع کاتیون‌های موجود در تناوب سوم به صورت $_{۱۱}Na^{+} > _{۱۲}Mg^{۲+} > _{۱۳}Al^{۳+}$ است. مجددا با دقت در نماد این یون‌ها پی می‌بریم که شمار الکترون‌های موجود در آن‌ها با هم برابر است در حالی که تعداد پروتون‌های موجود در هسته‌ی آن‌ها با هم متفاوت است. همان‌طور که گفته شد، در هر یونی که شمار پروتون‌های موجود در هسته بیشتر باشد، این پروتون‌ها الکترون‌های اطراف خود را با قدرت بیشتری جذب کرده و شعاع آن یون کوچک‌تر می‌شود. پس با افزایش عدد اتمی در کاتیون‌هایی که تعداد الکترون‌های برابری دارند، نیروی جاذبه هسته بیشتر شده و شعاع یونی کاهش پیدا می‌کند. نمودار زیر، روند تغییرات شعاع یون‌ها را در تناوب سوم نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار بالا، مقایسه‌ی شعاع یون‌های موردنظر به صورت زیر خواهد بود:

شعاع آنیون‌ها : $Cl^{-} < S^{۲-}$ و شعاع کاتیون‌ها : $Mg^{۲+} < Na^{+}$

بر این اساس، مجموع شعاع یون‌های سدیم و سولفید از مجموع شعاع یون‌های منیزیم و کلرید بیشتر است. با توجه به گزینه‌های سوال، این مقدار برابر با ۰/۲۵۳نانومتر(معادل با ۲۵۳ پیکومتر) خواهد بود.

ب) به گرمای لازم برای فروپاشی شبکه‌ی بلوری یک مول جامد یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی(بر حسب کیلوژول بر مول) در فشار ثابت، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور آن ماده می‌گویند و آن را با نماد $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ نشان می‌دهند. هرچه چگالی بار یون‌های سازنده‌ی ترکیب یونی بیشتر باشد، نیروی جاذبه‌ی میان یون‌ها قوی‌تر بوده و استحکام و پایداری شبکه بیشتر است. در نتیجه برای فروپاشی شبکه به انرژی بیشتری نیاز است. به کمک مراحل زیر، می‌توان آنتالپی فروپاشی شبکه‌ی ترکیب‌های یونی را با هم مقایسه کرد:

گام اول: هرچه مجموع قدرمطلق بار یک کاتیون و یک آنیون در یک ترکیب یونی بزرگ‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه‌ی آن ترکیب بزرگ‌تر است. به عنوان مثال، دو ترکیب $MgCl_{۲}$ و MgO را در نظر بگیرید. کاتیون دو ترکیب یکسان است اما از آنجا که قدرمطلق بار $O^{۲-}$ نسبت به Cl^{-} بیشتر است، بنابراین آنتالپی فروپاشی منیزیم اکسید نسبت به منیزیم کلرید بیشتر است.

گام دوم: اگر مجموع قدرمطلق بار یک کاتیون و یک آنیون برای دو ترکیب یونی برابر باشد، شعاع یون‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. هر چه شعاع یون‌های موجود در شبکه بلور کوچک‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه بزرگتر است. به عنوان مثال، دو ترکیب $Na_{۳}N$ و $Na_{۳}P$ را درنظر بگیرید. کاتیون دو ترکیب و بار آنیون‌ها یکسان است، اما از آنجا که شعاع یون $N^{۳-}$ کوچک‌تر از یون $P^{۳-}$ است، آنتالپی فروپاشی سدیم نیترید نسبت به سدیم فسفید بیشتر خواهد بود.

با توجه به توضیحات داده‌شده، آنتالپی فروپاشی لیتیم کلرید($LiCl$) و سدیم برمید($NaBr$) را با هم مقایسه می‌کنیم. بار کاتیون‌ها و آنیون‌ها یکسان است، بنابراین به مقایسه‌ی شعاع یون‌ها می‌پردازیم:

شعاع آنیون‌ها : $Cl^{-} < Br^{-}$ و شعاع کاتیون‌ها : $Li^{+} < Na^{+}$

بر این اساس، شعاع یون‌های موجود در ساختار لیتیم کلرید نسبت به سدیم برمید کمتر است، در نتیجه آنتالپی فروپاشی شبکه‌ی سدیم برمید نسبت به لیتیم کلرید کمتر خواهد بود. با توجه به گزینه‌های سوال این مقدار برابر با ۷۳۸ کیلوژول بر مول است.

۱۰۶- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) چون شعاع یون برمید بزرگ‌تر از یون منیزیم است، عدد کوئوردیناسیون آنیون در بلور منیزیم برمید، بیشتر از کاتیون است.
۲) در شبکه بلوری جامدهای یونی، نیروهای جاذبه میان یون‌های همنام بر نیروهای دافعه میان یون‌های ناهمنام غالب است.
۳) سدیم سولفید، یک ترکیب یونی دوتایی به شمار رفته و دمای ذوب یک نمونه از آن نسبت به منیزیم کلرید پایین‌تر است.
۴) بین عناصر فلزی موجود در تناوب سوم، کاتیون پایدار حاصل از واکنش‌پذیرترین عنصر، دارای بیشترین چگالی بار است.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۳)

سدیم سولفید(Na_2S)، یک ترکیب یونی دوتایی به شمار می‌رود که از یون‌های Na^+ و S^{2-} تشکیل شده است. هرچه آنتالپی فروپاشی شبکه یک ترکیب یونی بیشتر باشد، این ترکیب در دماهای بالاتری ذوب می‌شود. مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون سدیم سولفید(Na_2S) و منیزیم کلرید($MgCl_2$) با هم برابر است اما منیزیم کلرید به علت کمتر بودن شعاع یون‌های سازنده‌اش، نسبت به سدیم سولفید آنتالپی فروپاشی بیشتری دارد و بنابراین در دماهای بالاتری ذوب می‌شود. مقایسه‌ی شعاع یون‌های سازنده این دو ترکیب به صورت زیر است:

شعاع آنیون‌ها : $Cl^- < S^{2-}$ و شعاع کاتیون‌ها : $Mg^{2+} < Na^+$

بررسی سایر گزینه‌ها:

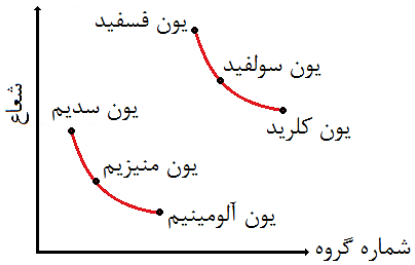
۱) در بلور ترکیب‌های یونی، هر کاتیون با شمار معینی از آنیون‌ها و هر آنیون با شمار معینی از کاتیون‌ها احاطه شده است. به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود در اطراف هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند. در یک جامد بلوری با فرمول شیمیایی A_mB_n که از کنار هم قرار گرفتن یون‌های A^{n+} و B^{m-} ایجاد شده است، نسبت میان عدد کوئوردیناسیون کاتیون به عدد کوئوردیناسیون آنیون برابر با $\frac{n}{m}$ می‌شود. به عبارت دیگر، نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون در شبکه‌ی یک ترکیب یونی برابر با نسبت شمار آنیون‌ها به کاتیون‌ها در فرمول شیمیایی آن ترکیب می‌شود. بر این اساس، با توجه به فرمول شیمیایی منیزیم برمید($MgBr_2$)، عدد کوئوردیناسیون کاتیون‌ها در این ترکیب، ۲ برابر عدد کوئوردیناسیون آنیون‌ها در آن است.

۲) توجه داریم که نوع نیروی بین دو ذره باردار هم‌نام، از نوع دافعه و نوع نیروی بین دو ذره باردار ناهم‌نام از نوع جاذبه است. در این رابطه، داریم:

نوع نیروی بین ذرات باردار ← ذرات هم‌نام باشند ← نیروی دافعه
نوع نیروی بین ذرات باردار ← ذرات ناهم‌نام باشند ← نیروی جاذبه

توجه داریم که در مراحل تولید جامدهای یونی از عناصر سازنده این مواد، پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهم‌نام نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام نیروی دافعه ایجاد می‌شود. این نیروها به شمار معینی از یون‌ها محدود نمی‌شود؛ بلکه میان همه یون‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شوند. در واقع اگر هر یک از یون‌ها همانند کره‌ای باردار باشد، انتظار می‌رود که نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهت‌ها به آن وارد شود. وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام بر نیروهای دافعه میان یون‌های هم‌نام غالب است و به همین خاطر، شمار بسیار زیادی از یون‌ها به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند و جامدهای یونی مثل سدیم کلرید را می‌سازند. در این دسته از مواد، آنیون‌ها و کاتیون‌ها در یک آرایش منظم و سه‌بعدی در کنار هم قرار می‌گیرند و شبکه بلوری جامد یونی موردنظر را تشکیل می‌دهند.

۴) نمودار زیر، مقایسه‌ی شعاع یونی عناصر موجود در تناوب سوم را نشان می‌دهد:



فلز سدیم، عنصر فلزی از تناوب سوم است که در مقایسه با سایر فلزهای موجود در این تناوب بیشترین واکنش‌پذیری را دارد. با توجه به نمودار داده شده، از میان کاتیون‌های موجود در این نمودار، یون آلومینیم کوچک‌ترین شعاع یونی را دارد؛ درحالی که بار الکتریکی آن در مقایسه با سایر کاتیون‌ها بیشتر است؛ پس می‌توان گفت چگالی بار این یون در مقایسه با سایر کاتیون‌های موجود در نمودار بیشتر است. در نقطه‌ی مقابل، بین یون‌های موجود در این نمودار، یون کلرید دارای کمترین چگالی بار است.

۱۰۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ ($S = ۳۲\ g.mol^{-۱}$)

آ) با انحلال نمونه‌ای از پتاسیم سولفات که حاوی $۹۶g$ گوگرد است در $۵L$ آب، غلظت K^+ در محلول به ۱/۲ مولار می‌رسد.

ب) رنگ شعله لیتیم برمید، زرد بوده و در مراحل تولید این ماده از عناصر سازنده آن، شعاع اتم‌های فلزی کاهش می‌یابد.

پ) در فرایند تولید نیم مول گالیم فلوئورید از عناصر سازنده آن، $۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۳}$ الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود.

ت) فروپاشی شبکه بلور $Al_۲O_۳$، همراه با جذب انرژی بوده و طی این فرایند، اتم‌های گازی اکسیژن تولید می‌شود.

ث) میانگین مقدار $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ لیتیم فلوئورید و لیتیم برمید، بیشتر از مقدار $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ لیتیم کلرید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی و مسأله ـ ۱۲۰۳)

عبارت‌های (آ)، (پ) و (ث) درست بوده و موارد (ب) و (ت) نادرست‌اند.

بررسی موارد:

آ) به منظور محاسبه‌ی غلظت مولار یون پتاسیم(K^+)، ابتدا مقدار این یون را در نمونه‌ای از پتاسیم سولفات($K_۲SO_۴$) که حاوی ۹۶ گرم گوگرد است، محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$?\,g\,K^+ = ۹۶\,g\,S \times \frac{۱\,mol\,S}{۳۲\,g\,S} \times \frac{۱\,mol\,K_۲SO_۴}{۱\,mol\,S} \times \frac{۲\,mol\,K^+}{۱\,mol\,K_۲SO_۴} = ۶\,mol$$

بنابراین مقدار یون پتاسیم در نمونه‌ی پتاسیم سولفات برابر با ۶ مول است. اکنون با توجه به حجم محلول، غلظت مولی این یون را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول}}{\text{حجم}(L)} = \frac{۶\,mol\,K^+}{۵\,L\ \text{محلول}} = ۱/۲\,mol.L^{-۱}$$

بر این اساس، غلظت مولی یون پتاسیم در محلول ایجادشده برابر با ۱/۲ مولار خواهد بود.

ب) همانطور که می‌دانیم رنگ شعله‌ی لیتیم و ترکیبات آن به رنگ قرمز است. در واکنش میان اتم‌های لیتیم و مولکول‌های برم، اتم‌های Li الکترون از دست داده و شعاع آن‌ها کاهش پیدا می‌کند، در حالی که اتم‌های Cl الکترون به دست می‌آورند و شعاع آن‌ها افزایش پیدا می‌کند.

پ) معادله‌ی واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$Ga(s) + ۱/۵F_۲(g) \rightarrow Ga^{۳+} + ۳F^- \longrightarrow GaF_۳$$

با توجه به معادله‌ی بالا، به ازای تولید هر مول گالیم فلوئورید، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود. از آن‌جا که هر مول الکترون معادل $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ الکترون است، مقدار الکترون مبادله‌شده را به ازای تولید نیم مول گالیم فلوئورید محاسبه می‌کنیم:

$$?\,e = ۰/۵\,mol\,GaF_۳ \times \frac{۳\,mol\,e}{۱\,mol\,GaF_۳} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}e}{۱\,mol\,e} = ۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۳}e$$

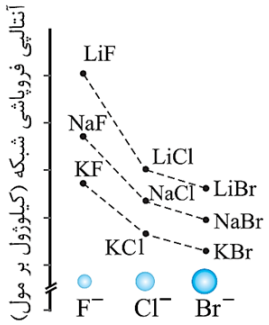
بر این اساس، به ازای تولید نیم مول گالیم فلوئورید، $۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۳}$ الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود.

ت) واکنش فروپاشی شبکه‌ی بلور، واکنشی گرماگیر بوده و با جذب انرژی همراه است. از این رو، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ همواره عددی مثبت است. معادله‌ی زیر، واکنش فروپاشی شبکه‌ی بلور آلومینیوم اکسید را نشان می‌دهد:

$$Al_۲O_۳(s) \longrightarrow \overbrace{۲Al^{۳+}(g) + ۳O^{۲-}(g)}^{\text{یون‌های گازی مجزا}}$$

با توجه به معادله‌ی بالا، طی فروپاشی شبکه بلور $Al_۲O_۳$، یون‌های گازی اکسیژن تولید می‌شود.

ث) نمودار زیر، روند تغییر آنتالپی فروپاشی هالیدهای فلزهای قلیایی را نشان می‌دهد:



با توجه به این نمودار، تفاوت آنتالپی فروپاشی فلوئورید و کلرید هر فلز، بیشتر از تفاوت آنتالپی فروپاشی کلرید و برمید آن فلز است. بر این اساس، می‌توان گفت تفاوت $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ لیتیم فلوئورید و لیتیم کلرید، بیشتر از تفاوت $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ لیتیم کلرید و لیتیم برمید است. با توجه به توضیحات داده شده، میانگین مقدار $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ لیتیم فلوئورید و لیتیم برمید، بیشتر از مقدار $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ لیتیم کلرید است.

www.biomaze.ir

۱۰۸- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) فراوان‌ترین گاز نجیب هواکره متعلق به تناوبی است که بیش از ۷۰٪ عناصر آن از مدل دریای الکترونی پیروی می‌کنند.
۲) رنگدانه‌های طبیعی، با استفاده از منابعی مثل کانی‌ها بدست آمده و عناصر فلزی در ساختار برخی از آن‌ها وجود دارند.
۳) در دوره برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی شده و این خود نشان از جایگاه برجسته فلزها در تمدن بشری دارد.
۴) اولین عنصر فلزی که در آرایش الکترونی خود دارای الکترونی با $l = ۲$ است، در تلویزیون‌های رنگی یافت می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ حفظی و مفهومی ـ ۱۲۰۳)

آرگون با عدد اتمی ۱۸، فراوان‌ترین گاز نجیب موجود در هواکره بوده و در انتهای تناوب سوم جدول دوره‌ای قرار گرفته است. پس از آرگون، گازهای نجیب نئون و هلیم، فراوان‌ترین گازهای نجیب موجود در هواکره هستند. توجه داریم که سدیم، منیزیم و آلومینیم، عناصری از تناوب سوم هستند که در دسته فلزها قرار گرفته و از مدل دریای الکترونی پیروی می‌کنند. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد عناصر فلزی در تناوب سوم} = \frac{\text{شمار عناصر فلزی در تناوب سوم}}{\text{شمار کل عناصر موجود در تناوب سوم}} \times ۱۰۰ = \frac{۳}{۸} \times ۱۰۰ = ۳۷/۵ \text{ درصد}$$

توجه داریم که عناصر فلزی بخش عمده‌ای از عناصر جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند. این عناصر در دسته‌های s(مثل سدیم و پتاسیم)، p(مثل آلومینیم و قلع)، f(مثل اورانیوم) و d(مثل آهن، مس و نقره) جدول دوره‌ای یافت می‌شوند. همانطور که می‌دانیم، کل عناصر موجود در دسته‌های d و f جدول دوره‌ای، در دسته فلزها قرار می‌گیرند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) جزء سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگدانه نام دارد. در واقع، رنگدانه‌های موجود در یک ماده با جذب یا بازتاب برخی از پرتوهای مرئی، سبب ایجاد رنگ‌های مختلف می‌شوند. به عنوان مثال، رنگ سبز درختان و رنگ سرخ گل رز به خاطر وجود رنگدانه‌ها است. تیتانیم(IV) اکسید، آهن(III) اکسید و دوده، از جمله رنگدانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه را ایجاد می‌کنند. انسان‌های گذشته این مواد را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی از کانی‌ها تهیه می‌کردند. توجه داریم که در ساختار تیتانیم(IV) اکسید و آهن(III) اکسید، یون‌های حاصل از اتم‌های فلزی یافت می‌شوند اما دوده، نمونه خالصی از کربن بوده و فاقد اتم فلزی است.

۳) مواد از جمله فلزها همواره برای زندگی انسان و ادامه آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند تا آن‌جا که تمدن‌های آغازی نیز براساس گستره کاربری این مواد به صورت دوره سنگی، دوره برنز(آلیاژی از قلع و مس) و دوره آهن نام‌گذاری شده‌اند. فلزها همواره نقش مهمی در رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی داشته و بسیاری باور دارند که پایداری جامعه پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از فلزات بستگی دارد.

۴) اولین عنصری که در آرایش الکترونی خود دارای الکترونی با $l = ۲$ است، عنصر اسکاندیم بوده و آرایش الکترونی این عنصر به صورت زیر است:

$$_{۲۱}Sc : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۱ ۴s^۲$$

اسکاندیم نخستین فلز واسطه در جدول تناوبی است که در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۰۹- پاسخ درست پرسش‌های زیر در رابطه با ۵۴ عنصر اول موجود در جدول دوره‌ای، در کدام گزینه آمده است؟

آ) عناصر موجود در کدام گروه، همگی در دسته مواد مولکولی قرار می‌گیرد؟

ب) چند درصد از کل عناصر مورد نظر، متعلق به دسته p جدول دوره‌ای هستند؟

پ) آرایش الکترونی یون پایدار حاصل از چند عنصر، مشابه آرایش الکترونی گاز نئون است؟

۱) ۱۴ – ۴۴/۴ - ۶ ۲) ۱۴ – ۳۳/۳ - ۵ ۳) ۱۷ – ۴۴/۴ - ۶ ۴) ۱۷ – ۳۳/۳ - ۵

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

پاسخ درست پرسش‌های مطرح‌شده به صورت زیر است:

آ) عناصر هیدروژن$(H_۲)$، نیتروژن$(N_۲)$، اکسیژن$(O_۲)$، فلوئور$(F_۲)$، فسفر$(P_۴)$، گوگرد$(S_۸)$، کلر$(Cl_۲)$، برم$(Br_۲)$ و ید$(I_۲)$، نافلزهایی هستند که جزء مواد مولکولی محسوب می‌شوند. از بین این نافلزات، عناصر $_۹F$، $_{۱۷}Cl$، $_{۳۵}Br$ و $_{۵۳}I$، عناصری هستند که در گروه هفدهم جدول تناوبی قرار گرفته‌اند. پس می‌توان گفت در میان ۵۴ عنصر اول جدول دوره‌ای، تمامی عناصر گروه ۱۷، در دسته‌ی مواد مولکولی قرار می‌گیرند. توجه داریم که عناصر کربن، سیلیسیم و ژرمانیم، متعلق به گروه ۱۴ بوده و در دسته مواد کووالانسی قرار می‌گیرند.

ب) در بین ۵۴ عنصر اول جدول تناوبی، ۱۰ عنصر در دسته‌ی s، ۲۰ عنصر در دسته‌ی d و ۲۴ عنصر دیگر در دسته‌ی p(چهار گروه شش‌تایی از عناصر) قرار گرفته‌اند. بر این اساس، می‌توان گفت در بین این عناصر درصد عناصری که در دسته‌ی p قرار گرفته‌اند، برابر است با:

$$\text{درصد عناصر موجود در دسته } p = \frac{۲۴}{۵۴} \times ۱۰۰ = ۴۴/۴٪$$

پ) گاز نئون$(_{۱۰}Ne)$، دومین عنصر از خانواده گازهای نجیب بوده و آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$$_{۱۰}Ne : ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶$$

www.biomaze.ir

توجه داریم که آرایش الکترونی آنیون‌های $_{۷}N^{۳-}$، $_{۸}O^{۲-}$ و $_{۹}F^{-}$ و همچنین آرایش الکترونی کاتیون‌های $_{۱۳}Al^{۳+}$، $_{۱۲}Mg^{۲+}$ و $_{۱۱}Na^{+}$، مشابه گاز نئون بوده و به زیرلایه $۲p^{۶}$ ختم می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۱۰- در واکنش موازنه نشده $CH_۴(g) + NH_۳(g) + O_۲(g) \rightarrow HCN(g) + H_۲O(g)$، مقدار ۹۶ گرم گاز اکسیژن مصرف شده است. جرم گاز آمونیاک مصرف شده در این واکنش برابر با چند گرم بوده و چند درصد از مولکول‌های فراورده تولید شده طی این فرایند، در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند؟ ($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $N = ۱۴$)

۱) ۶۸ - ۲۵ ۲) ۶۸ - ۱۰۰ ۳) ۳۴ - ۲۵ ۴) ۳۴ - ۱۰۰

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مسأله ـ ۱۲۰۳)

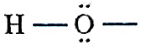
معادله‌ی موازنه‌شده واکنش به صورت زیر است:

$$۲CH_۴(g) + ۲NH_۳(g) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲HCN(g) + ۶H_۲O(g)$$

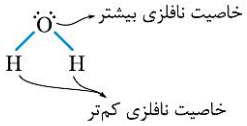
با توجه به معادله‌ی موازنه‌شده، به ازای مصرف ۲ مول آمونیاک، ۳ مول گاز اکسیژن مصرف می‌شود. بنابراین جرم آمونیاک مصرف‌شده را به ازای مصرف ۹۶ گرم گاز اکسیژن به دست می‌آوریم. بر این اساس، داریم:

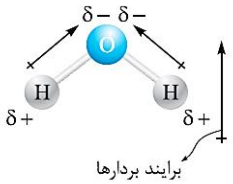
$$?\,g\,NH_۳ = ۹۶\,g\,O_۲ \times \frac{۱\,mol\,O_۲}{۳۲\,g\,O_۲} \times \frac{۲\,mol\,NH_۳}{۳\,mol\,O_۲} \times \frac{۱۷\,g\,NH_۳}{۱\,mol\,NH_۳} = ۳۴g$$

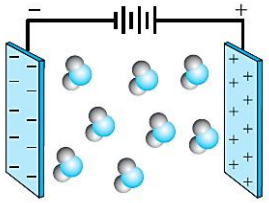
در نتیجه مقدار آمونیاک تولیدشده برابر با ۳۴ گرم خواهد بود. همچنین با توجه به ساختار لوویس فراورده‌های تولید شده، می‌توان گفت که گشتاور دوقطبی مولکول‌های آب($H_۲O$) و هیدروژن سیانید(HCN) بزرگتر از صفر است. ساختار لوویس این مواد به صورت زیر است:



نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی آب نیز به صورت زیر است:







به علت قطبی بودن مولکول‌های آب و هیدروژن سیانید، نتیجه می‌گیریم که ۱۰۰٪ از مولکول‌های فراورده‌های تولید شده در این واکنش، در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

گروه آموزشی ماز

۱۱۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) رنگ‌هایی که برای پوشش سطوح استفاده می‌شوند، کلوئید بوده و مانع خوردگی سطوح توسط مواد شیمیایی می‌شوند.

ب) یک لیتر محلول $V(NO_۳)_۳$ با غلظت ۱ مولار، با نیم مول فلز روی به طور کامل واکنش داده و رنگ آن آبی می‌شود.

پ) اگر گروهی از پرتوهای قرمز و سبز را به $Fe_۲O_۳$ بتابانیم، پرتوهایی با انرژی کمتر، توسط این ماده بازتاب می‌شوند.

ت) اگر پرتوهایی با $\lambda = ۴۰۰nm$ را در یک اتاق تاریک به جسم سفید بتابانیم، آن جسم به رنگ بنفش دیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۳)

تنها مورد (ب) نادرست بوده و سایر عبارت‌ها درست هستند.

بررسی موارد:

آ) امروزه با پیشرفت و گسترش تولید فراورده‌های صنعتی، این فراورده‌ها افزون بر رقابت در جنبه‌های کمی و کیفی، باید از دیدگاه زیباشناختی نیز رنگ و رنگ‌آمیزی جذاب و مناسبی داشته باشند. بر این اساس، امروزه رنگ‌های ساختگی گوناگونی تولید می‌شوند که از آن‌ها در صنایع غذایی، نساجی و ساختمانی استفاده می‌شود. رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند(مثل رنگ‌های روغنی)، نوعی کلوئید هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، از نفوذ رطوبت و اکسیژن به لایه‌های زیرین جلوگیری کرده و مانع خوردگی اجسام در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی شوند.

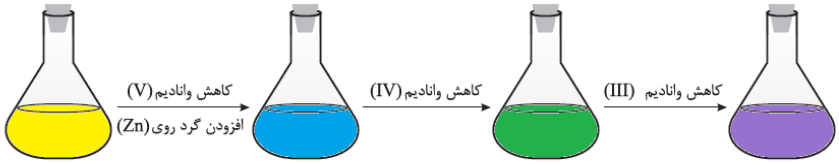
ب) عدد اکسایش وانادیم در ترکیب $V(NO_۳)_۳$، برابر با ۳+ است. بر این اساس، معادله موازنه‌شده واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$۲V^{۳+}(aq) + Zn(s) \xrightarrow{۲e} ۲V^{۲+}(aq) + Zn^{۲+}(aq)$$

معادله این واکنش را به صورت زیر نیز می‌توان نوشت:

$$۲\left((III)\ \text{نمکی از وانادیم}\right) + Zn \xrightarrow{۲e} ۲\left((II)\ \text{نمکی از وانادیم}\right) + Zn^{۲+}$$

با مصرف نیم مول فلز روی در این واکنش، یک مول الکترون به کاتیون‌های وانادیم موجود در محلول داده شده و این یون‌ها کاهش پیدا می‌کنند. چون یک مول یون وانادیم در محلول وجود دارد، پس عدد اکسایش یون‌های این عنصر از ۳+ به ۲+ می‌رسد. توجه داریم که رنگ محلول اولیه(محلول نمک وانادیم(III)) سبز و رنگ محلول نهایی(محلول نمک وانادیم(II)) بنفش است و بدون نیاز به حل سوال می‌توانستیم به نادرستی این عبارت دست پیدا کنیم چراکه رنگ محلول حاوی نمک وانادیم(III)، پس از کاهش یافتن فقط می‌تواند بنفش شود. در رابطه با رنگ محلول‌های حاوی وانادیم، داریم:



محلول	محلولی از نمک وانادیم (V)	محلولی از نمک وانادیم (IV)	محلولی از نمک وانادیم (III)	محلولی از نمک وانادیم (II)
رنگ محلول	زرد	آبی	سبز	بنفش
آرایش الکترونی وانادیم	وانادیم در این محلول به شکل یون چندا تمی است.	وانادیم در این محلول به شکل یون چندا تمی است.	$[_{۱۸}Ar]۳d^{۲}$	$[_{۱۸}Ar]۳d^{۳}$

پ) آهن(III) اکسید یا همان $Fe_۲O_۳$، یک رنگدانه‌ی معدنی قرمز رنگ است که پرتوهای مرئی قرمز را بازتاب می‌کند و سایر پرتوهای مرئی را جذب می‌کند. توجه داریم که پرتوی قرمز رنگ نسبت به پرتوی سبز رنگ، طول موج بیشتر و انرژی کمتری دارد.

ت) پرتوهایی با $\lambda = ۴۰۰nm$ به رنگ بنفش دیده می‌شوند. اگر این پرتوها را به یک جسم سفید بتابانیم، همه‌ی آن‌ها توسط جسم موردنظر بازتاب می‌شوند و این پرتوها با هم جمع شده و رنگ پرتوی اولیه(بنفش) را ایجاد می‌کنند و به چشم بیننده می‌رسند. بر این اساس، می‌توان گفت اگر پرتوهای بنفش‌رنگ را در یک اتاق تاریک به جسم سفید بتابانیم، آن جسم به رنگ بنفش دیده می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۱۲- کدام موارد از عبارت‌های زیر در رابطه با فلز تیتانیم درست هستند؟

آ) در آرایش الکترونی خود، دارای ۶ زیرلایه ۲ الکترونی بوده و از آن برای ساخت بدنه دوچرخه استفاده می‌شود.

ب) با عنصر $_{۵۸}X$ در یک گروه مشابه از جدول دوره‌ای قرار داشته و همانند $_{۱۴}Si$، در حالت جامد سطح درخشان دارد.

پ) در مقایسه با فولاد، دمای ذوب بالاتری داشته و به همین خاطر، از آن در ساخت قطعات موتور جت استفاده می‌شود.

ت) با قرار دادن آن در مسیر مدار، برخلاف سدیم کلرید مذاب، بدون انجام واکنش شیمیایی جریان برق را عبور می‌دهد.

۱) آ و ب ۲) ب و پ ۳) آ و ت ۴) پ و ت

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۳)

موارد (پ) و (ت) درست‌اند.

بررسی موارد:

آ) تیتانیم، فلزی محکم، کم‌چگال و مقاوم در برابر خوردگی است که از آن برای ساختن بدنه‌ی دوچرخه استفاده می‌شود. آرایش الکترونی اتم‌های سازنده این فلز به صورت زیر است:

$$_{۲۲}Ti : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۲}۴s^{۲}$$

همانطور که مشخص است، در آرایش الکترونی تیتانیم، ۵ زیرلایه‌ی ۲ الکترونی مشاهده می‌شود.

ب) عنصر $_{۵۸}X$ جزء عناصر دسته‌ی f است. توجه داریم که عناصر دسته‌ی f از عناصر گروه سوم جدول دوره‌ای محسوب می‌شوند، در حالی که تیتانیم عضو گروه چهارم جدول دوره‌ای است. همچنین عنصر سیلیسیم$(_{۱۴}Si)$ شبه‌فلزی از تناوب سوم جدول دوره‌ای است. همانطور که می‌دانیم، شبه‌فلزها همانند عناصر فلزی، در حالت جامد سطحی درخشان دارند.

پ) تیتانیم، دومین فلز واسطه‌ی موجود در تناوب چهارم است که به خاطر ویژگی‌های باورنکردنی و فراتر از انتظار مثل ماندگاری و استحکام مناسب، از آن در جاهای مختلفی مثل ساخت موتور جت و نمای زیبای ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

www.biomaze.ir

ویژگی‌های تیتانیم در مقایسه با فولاد به شرح جدول زیر است:

ویژگی / ماده	تیتانیم	مقایسه	فولاد
نقطهٔ ذوب ($^\circ C$)	۱۶۶۷	<	۱۵۳۵
چگالی ($g.mL^{-1}$)	۴/۵۱	>	۷/۹۰
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا	ناچیز	>	متوسط
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	<	ضعیف
مقاومت در برابر سایش	عالی	≃	عالی

همانطور که گفتیم، از تیتانیم برای ساختن قطعات موتور جت استفاده می‌شود. هنگامی که موتور جت کار می‌کند، همهٔ اجزای سازندهٔ آن(اجزای ثابت و متحرک) دمای بالایی پیدا می‌کنند؛ پس برای ساختن این قطعات باید از فلزی استفاده کرد که دمای ذوب بالایی داشته باشد. از طرفی، این قطعات باید از جنس فلزی ساخته شوند که مقاومت بالایی در برابر خوردگی داشته باشد و تا حد امکان چگالی آن نیز کم‌تر باشد. با توجه به برتری فلز تیتانیم نسبت به فولاد در همه‌ی این زمینه‌ها، استفاده از این فلز برای ساختن موتور جت منطقی‌تر از فولاد است.

ت) تیتانیم($_{22}Ti$) یکی از فلزات موجود در دستهٔ d تناوب چهارم جدول دوره‌ای و سدیم کلرید نمونه‌ای از جامدهای یونی به شمار می‌رود. تیتانیم همانند سایر فلزات رسانای جریان برق است. به علاوه، می‌دانیم که جامدهای یونی نیز در حالت مذاب جریان برق را از خود عبور می‌دهند. در فلزات که رسانای الکترونی محسوب می‌شوند، رسانایی به کمک الکترون‌های آزاد انجام می‌پذیرد در حالی که در مواد یونی مذاب که نوعی رسانای یونی محسوب می‌شوند، ترکیب یونی طبق یک واکنش شیمیایی برقکافت شده و به عناصر سازنده خود تبدیل می‌شود. با برقکافت ترکیب یونی، جریان الکتریسیته نیز عبور داده می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۱۳- مجموعه‌ای از یون‌های گازی سدیم و اکسید را در مجاورت با یکدیگر قرار می‌دهیم تا با آزاد کردن ۶۲۰ کیلوژول انرژی، به سدیم اکسید جامد تبدیل شوند. اگر سدیم اکسید تولید شده طی این فرایند را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۲۵ لیتر برسانیم، pH محلول تولید شده چقدر می‌شود؟ (آنتالپی فروپاشی شبکه بلور سدیم اکسید برابر با $۲۴۸۰ kJ.mol^{-1}$ است.)

۱) ۱۳ ۲) ۱۲ ۳) ۱۲/۳ ۴) ۱۲/۷

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۳)

معادله‌ی واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$۲Na^+(g) + O^{۲-}(g) \longrightarrow Na_۲O(s)$$

معادله‌ی این واکنش، برعکس معادله‌ی واکنش فروپاشی شبکه‌ی بلور سدیم‌اکسید است؛ پس ΔH این واکنش، قرینه ΔH واکنش فروپاشی سدیم‌اکسید خواهد بود. به عبارت دیگر، مقدار ΔH این واکنش برابر با ۲۴۸۰- کیلوژول بر مول است. پس نتیجه می‌گیریم به ازای تولید هر مول سدیم‌اکسید، ۲۴۸۰ کیلوژول انرژی در این واکنش آزاد می‌شود. بنابراین مقدار سدیم‌اکسید تولیدشده به ازای آزادشدن ۶۲۰ کیلوژول انرژی برابر است با:

$$? \ mol\ Na_۲O = ۶۲۰\ kJ \text{ انرژی} \times \frac{۱\ mol\ Na_۲O}{۲۴۸۰\ kJ \text{ انرژی}} = ۰/۲۵ mol$$

سدیم‌اکسید تولیدشده با آب واکنش داده و در طی این واکنش، سدیم‌هیدروکسید تولید می‌شود. معادله موازنه‌شده واکنش به صورت زیر است:

$$Na_۲O(s) + H_۲O(l) \rightarrow ۲NaOH(aq)$$

طبق معادله موازنه‌شده، به ازای مصرف هر مول سدیم‌اکسید، دو مول سدیم‌هیدروکسید تولید می‌شود. بر این اساس، مقدار سدیم‌هیدروکسید تولیدشده به ازای مصرف ۰/۲۵ مول سدیم‌هیدروکسید را حساب می‌کنیم:

$$? \ mol\ NaOH = ۰/۲۵\ mol\ Na_۲O \times \frac{۲\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ Na_۲O} = ۰/۵\ mol$$

در ادامه، غلظت محلول سدیم‌هیدروکسید(نوعی باز قوی با $\alpha = ۱$) و pH نهایی محلول حاصل از آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول}}{\text{حجم}(L)} \Rightarrow M = \frac{۰/۵}{۲۵} = ۰/۰۲ mol.L^{-۱} \Rightarrow [OH^-] = M \times \alpha \times n = ۰/۰۲ \times ۱ \times ۱ = ۰/۰۲ mol.L^{-۱}$$

$$[H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]} = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۵ \times ۱۰^{-۱۳} \Rightarrow pH = -log[H^+] = -log\,(۵ \times ۱۰^{-۱۳}) = ۱۳ - ۰/۷ = ۱۲/۳$$

بنابراین pH نهایی محلول ایجاد شده طی این فرایند برابر با ۱۲/۳ خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

۱۱۴- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

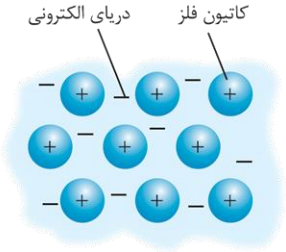
۱) رسانایی الکتریکی عناصر فلزی، برخلاف میزان واکنش‌پذیری آن‌ها، با استفاده از مدل دریای الکترونی توجیه می‌شود.
۲) اغلب عناصر فلزی جدول دوره‌ای از جمله آهن، در شرایط مناسب با اکسیژن واکنش داده و به اکسید تبدیل می‌شوند.
۳) نیتینول، آلیاژی از یک فلز اصلی و یک فلز واسطه بوده و از آن در ساخت سازه‌های اروتودنسی و استنت استفاده می‌شود.
۴) مس، ۳ نوع عدد اکسایش متفاوت داشته و هر الکترون موجود در دریای‌الکترونی آن را نمی‌توان متعلق‌به اتم خاصی دانست.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ حفظی ـ ۱۲۰۳)

تیتانیم به شکل آلیاژهای گوناگون کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. به عنوان مثال، نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. همانطور که می‌دانیم، نیتینول از اتم‌های نیکل($_{28}Ni$) و تیتانیم($_{22}Ti$) ساخته شده است. این دو عنصر فلزی متعلق به دسته‌ی d از تناوب چهارم بوده و آرایش الکترونی آن‌ها به زیرلایه‌ی $4s^2$ ختم می‌شود. نیتینول، در ساخت استنت برای رگ‌ها، سازه‌های اورتودنسی دندان و قاب عینک‌ها استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تصویر زیر، یک الگوی ساده از شبکه بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی از رفتارهای فیزیکی این عناصر ارائه شده و به مدل دریای الکترونی معروف است:



رفتارهای فیزیکی فلزها شامل درخشندگی(داشتن جلا)، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری(چکش‌خواری) آن‌ها می‌شود. همانطور که گفتیم، این رفتارها با استفاده از مدل دریای الکترونی توجیه می‌شوند. در نقطه مقابل، رفتارهای شیمیایی فلزها شامل واکنش‌پذیری و تنوع عدد اکسایش اتم‌های این عناصر می‌شود. همانطور که می‌دانیم، رفتارهای شیمیایی مختلف فلزها به میزان توانایی اتم آن‌ها به از دست دادن الکترون وابسته بوده و با استفاده از مدل دریای الکترونی توجیه نمی‌شود.

۲) اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها مانند آهن واکنش می‌دهد و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند، در حالی که با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی‌دهد.

۴) فلزهای دسته‌ی s(گروه‌های ۱ و ۲ جدول دوره‌ای)، فقط دارای یک نوع عدد اکسایش در ترکیب‌های خود هستند در حالی که برخی از عناصر فلزی موجود در دسته‌های p، d و f دارای یک نوع عدد اکسایش و برخی دیگر دارای چند نوع عدد اکسایش در ترکیب‌های خود هستند. عنصر مس، فلزی از عناصر دسته‌ی d است که با اعداد اکسایش $+1$ و $+2$ در ترکیبات خود شرکت می‌کند. علاوه بر اعداد اکسایش گفته شده، عدد اکسایش اتم‌های مس در حالت عنصری برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود. با توجه به مدل دریای الکترونی، از آنجا که الکترون‌های موجود در ساختار فلزها آزادانه در فضای میان کاتیون‌ها در حال حرکت هستند، هر الکترون موجود در دریای الکترونی را نمی‌توان متعلق به یک اتم دانست.

گروه آموزشی ماز

۱۱۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) عناصر موجود در ماده کووالانسی که در تهیه سنباده کاربرد دارد، در ساختار آمونیوم سیلیکات نیز یافت می‌شوند.
ب) بخاطر جابه‌جایی یون‌ها در اثر ضربه و ایجاد نیروی دافعه به دنبال آن، بلور جامد پتاسیم کلرید شکننده است.
پ) گوگرد، از جمله عناصر اکسیژن‌دوست به شمار رفته و نمونه‌هایی از آن به حالت آزاد در طبیعت یافت می‌شود.
ت) پتاسیم، سومین عضو خانواده فلزهای قلیایی خاکی بوده و در مقایسه با تیتانیم واکنش‌پذیری بیشتری دارد.
ث) واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در فرایند هابر، در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۳)

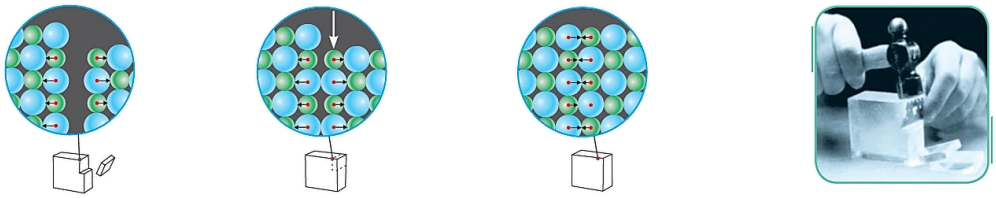
عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) درست بوده و موارد (آ) و (ت) نادرست‌اند.

بررسی موارد:

آ) سیلیسیم کربید(SiC) یک ساینده‌ی ارزان قیمت است که در دسته‌ی جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد. از طرفی، یون سیلیکات(SiO_4^{4-}) یکی از یون‌های چند اتمی است که از اتصال اتم سیلیسیم به اتم‌های اکسیژن تشکیل می‌شود. بنابراین فرمول شیمیایی آمونیوم سیلیکات به صورت $(NH_4)_4SiO_4$ خواهد بود. همانطور که از فرمول شیمیایی این دو ماده مشخص است، در ساختار سیلیسیم کربید بر خلاف ساختار آمونیوم سیلیکات، عنصر کربن دیده می‌شود.

www.biomaze.ir

ب) در اثر وارد شدن ضربه به بلور یک جامد یونی مثل پتاسیم کلرید، ذرات سازنده این ماده(آنیون‌ها و کاتیون‌ها) جابه‌جا شده و یون‌های هم‌نام در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. دافعه ایجاد شده میان یون‌ها در این حالت، موجب جدا شدن دو قطعه از هم و خرد شدن این ماده جامد می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



نیروهای دافعه در هنگام وارد شدن ضربه

پ) گوگرد از جمله عناصر اکسیژن دوست به شمار رفته به طوری که انواعی از ترکیبات و یون‌های چنداتمی با اکسیژن تشکیل می‌دهد. اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند هر چند در میان فلزات، نمونه‌هایی از طلا، نقره، مس و پلاتین و در میان نافلزات، عناصری مانند اکسیژن، نیتروژن و گوگرد به صورت آزاد در طبیعت وجود دارند.

ت) پتاسیم سومین عضو خانواده‌ی فلزهای قلیایی بوده که در گروه اول و تناوب چهارم قرار گرفته است. همچنین تیتانیم، دومین فلز واسطه جدول تناوبی است که در دوره‌ی چهارم قرار دارد. فلزات موجود در دسته‌ی s و p جزو فلزات اصلی و فلزات موجود در دسته‌ی d جزء فلزات واسطه طبقه‌بندی می‌شوند. به طور معمول، واکنش‌پذیری فلزات اصلی نسبت به واکنش‌پذیری فلزات واسطه بیشتر است.

ث) طبق فرایند هابر، گاز نیتروژن و هیدروژن در شرایط بهینه یعنی حضور یک ورقه‌ی آهنی(کاتالیزگر) در دما و فشار مناسب(فشار ۲۰۰ اتمسفر و دمای ۴۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) با یکدیگر واکنش داده و مقدار قابل توجهی از گاز آمونیاک حاصل می‌شود. معادله‌ی واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$۳H_۲(g) + N_۲(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} ۲NH_۳(g)$$

در مولکول‌هایی مانند $H_۲$ و $N_۲$ که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، به علت توزیع متقارن الکترون‌ها، این مولکول‌ها ناقطبی بوده و گشتاور دو قطبی آن‌ها برابر با صفر است. بنابراین مولکول‌های تشکیل دهنده‌ی این دو گاز در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.