۱ فرمول مولکولی ترکیب داده شده به صورت $C_{۱۲}H_{۱۶}O_{۲}$ بوده و جرم مولی آن برابر با ۱۹۲ گرم بر مول است. این ترکیب، در ساختار مولکولی خود ۴ پیوند دوگانه و یک حلقه کربنی دارد. علاوه بر این، در ساختار ترکیب مورد نظر یک گروه عاملی الکلی و یک گروه عاملی کتونی وجود دارد.

نکته‌ای درباره ترکیبات آلی:

برای محاسبه تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در یک ترکیب آلی که شامل چند مورد از اتم‌های کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و هالوژن می‌شود، می‌توانیم از رابطه زیر استفاده کنیم:

$$\text{تعداد } H = (۲ \times \text{تعداد } C + ۲) - ۲ \times (\text{تعداد حلقه} + \text{تعداد دوگانه}) - ۴ \times (\text{تعداد سه‌گانه}) - \text{تعداد هالوژن} + \text{تعداد } N$$

وجود و یا عدم وجود اتم‌های اکسیژن در ساختار یک ترکیب آلی، هیچ تاثیری در تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار مولکولی آن ماده ندارد.

درصد جرمی اتم کربن در این مولکول، برابر است با:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم اتم‌های کربن}}{\text{جرم کل مولکول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی کربن} = \frac{۱۲ \times ۱۲}{۱۹۲} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{درصد جرمی کربن} = ۷۵ \text{ درصد}$$

کربونیل سولفید، مولکولی قطبی با فرمول شیمیایی SCO بوده و جرم مولی آن، برابر با ۶۰ گرم بر مول است. این ماده از مولکول‌های خطی تشکیل شده است.

درصد جرمی اتم کربن در این مولکول، برابر است با:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم اتم‌های کربن}}{\text{جرم کل مولکول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی کربن} = \frac{۱ \times ۱۲}{۶۰} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{درصد جرمی کربن} = ۲۰ \text{ درصد}$$

با توجه به محاسبات بالا، مقدار نسبت خواسته شده در سوال(A)، برابر است با:

$$A = \frac{۷۵}{۲۰} = ۳/۷۵ \quad \text{برابر}$$

با سوختن کامل ترکیب‌های آلی که در ساختار خود حاوی اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند، گاز کربن دی‌اکسید به همراه بخار آب به عنوان فراورده تولید می‌شوند. معادله واکنش سوختن مولکول داده شده به صورت زیر است:

$$C_{۱۲}H_{۱۶}O_{۲}(s) + ۱۵O_{۲}(g) \rightarrow ۱۲CO_{۲}(g) + ۸H_{۲}O(g)$$

با توجه به معادله واکنش سوختن، جرم گاز کربن دی‌اکسید تولید شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$?\,g\,CO_{۲} = ۱\,mol\,C_{۱۲}H_{۱۶}O_{۲} \times \frac{۱۲\,mol\,CO_{۲}}{۱\,mol\,C_{۱۲}H_{۱۶}O_{۲}} \times \frac{۴۴\,g\,CO_{۲}}{۱\,mol\,CO_{۲}} = ۵۲۸\,g$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم کربن دی‌اکسید تولید شده برابر با ۵۲۸ گرم است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲ عبارت‌های (آ)، (پ)، (ت) و (ث) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: هر لایه جداگانه از گرافیت، گرافن نام داشته که شفاف و انعطاف‌پذیر است. گرافن، استحکام ویژه‌ای دارد؛ به طوری‌که مقاومت کششی آن در حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. در گرافن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل می‌دهد. توجه داریم که گرافن و گرافیت، هر دو از جمله مواد رسانا به شمار می‌روند.

ب: گرافیت، دارای پیوندهای یگانه $C-C$ و پیوندهای دوگانه $C=C$ در ساختار خود است؛ درنتیجه این ماده، یک ماده سیرنشده است. توجه داریم که طبق تصاویر کتاب درسی، گرافیت فقط از اتم‌های کربن تشکیل شده و فاقد اتم‌های هیدروژن در ساختار خود است، پس می‌توان گفت این ماده نمونه خالصی از کربن بوده و نوعی هیدروکربن نیست.

پ: الماس و گرافیت، دو آلوتروپ طبیعی کربن بوده و فقط از اتم‌های کربن تشکیل شده‌اند. هر اتم کربن نیز می‌تواند ۴ پیوند اشتراکی تشکیل بدهد؛ درنتیجه در هر دو ماده، شمار پیوندهای اشتراکی در اطراف هر اتم کربن برابر با هم است. البته توجه داریم که در بلور گرافیت، هر اتم کربن به سه اتم کربن دیگر متصل شده و در الماس، هر اتم کربن به ۴ اتم کربن دیگر متصل است. جدول زیر، ویژگی‌های دو آلوتروپ طبیعی کربن را بررسی کرده است:

آلوتروپ‌های طبیعی کربن			
گرافیت		الماس	
سطحی تیره و شکننده دارد، نرم بوده و در طبیعت یافت می‌شود.	یک ماده دیرگداز با نقطهٔ ذوب بالا است.	درخشان، شکننده و سخت بوده و در طبیعت یافت می‌شود.	یک ماده دیرگداز با نقطهٔ ذوب بسیار بالا است.
به عنوان آند و کاتد در سلول‌های الکترولیتی و در تولید مغز مداد کاربرد دارد و در گذشته به سرب مداد معروف بوده است.	ساختاری لایه‌ای داشته که در هرلایه، اتم‌های کربن با ۴پیوند کووالانسی(دو پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه) به ۳ اتم کربن دیگر متصل است.	از الماس نامرغوب در ساخت مته و ابزار برش و از الماس درخشان برای ساخت انواع زیورآلات استفاده می‌شود.	ساختاری غول‌آسا و یکپارچهٔ سه‌بعدی داشته و هر اتم کربن با ۴ پیوند کووالانسی یگانه به ۴ اتم کربن دیگر متصل است.
هرلایه از آن رسانای جریان برق(رسانای الکترونی) است ولی رسانایی گرمایی ندارد.	هر لایه از آن دارای حلقه‌های ۶ ضلعی کربنی متصل به هم است.	رسانای جریان برق نیست ولی رسانایی گرمایی بالایی دارد	در هر قطعه الماس با n اتم کربن، $2n$ پیوند اشتراکی موجود است.
گرافیت، پایدارتر از الماس است ⟸ سطح انرژی الماس از گرافیت بیشتر بوده و در واکنش سوختن، گرمای بیشتری نسبت به گرافیت آزاد می‌کند.			

ت: در ساختار گرافیت، پیوندهای یگانه $C-C$ و پیوندهای دوگانه $C=C$ وجود دارد و در ساختار الماس نیز فقط پیوندهای اشتراکی $C-C$ وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار گرافیت، خصلتی بین پیوندهای یگانه و دوگانه دارند. از آنجا که قدرت پیوندهای اشتراکی(معادل با میانگین آنتالپی پیوند اشتراکی) با مرتبه پیوند، رابطه مستقیم و با طول پیوند، رابطه وارون دارد، می‌توان گفت میانگین قدرت پیوندها در بلور گرافیت بیشتر از بلور الماس است.

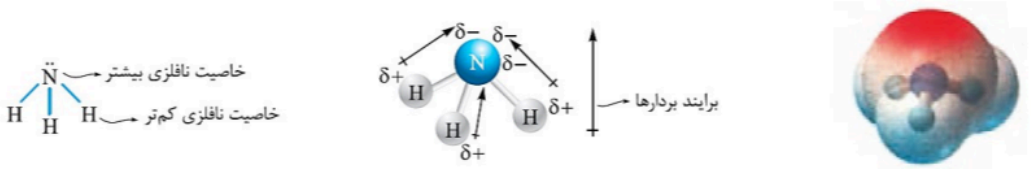
ث: گرافیت، همانند سایر مواد کووالانسی، نامحلول در آب بوده و چون چگالی آن در مقایسه با چگالی آب بیشتر است، با ریختن مقداری از پودر آن در آب، ماده مورد نظر در کف ظرف ته‌نشین می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

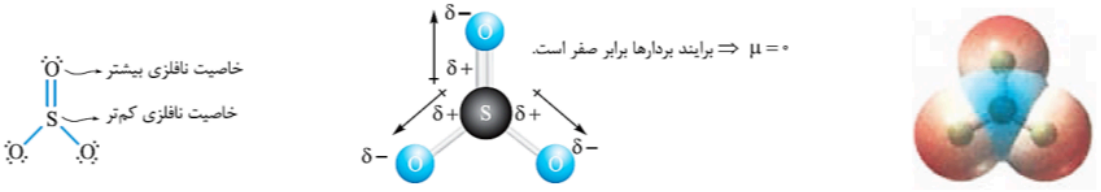
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳ در مولکول‌های آمونیاک(NH_3)، اتم مرکزی(اتم نیتروژن) در مقایسه با اتم‌های کناری(اتم‌های هیدروژن) خاصیت نافلزی بیشتری دارد و به همین خاطر، این اتم بار جزئی منفی(δ^-) پیدا می‌کند.

تصویر زیر، نقشه‌ی پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های آمونیاک را نشان می‌دهد:



توجه داریم که مولکول آمونیاک، بخاطر وجود جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی خود، ساختار برآمده(غیرمسطح) دارد. در ساختار مولکول‌های کربن تترافلوئورید(CF_4)، اکسیژن دی‌فلوئورید(OF_2) و گوگرد تری‌اکسید(SO_3)، اتم مرکزی در مقایسه با اتم‌های کناری خاصیت نافلزی کمتری دارد و به همین خاطر، در این مولکول‌ها اتم مرکزی بار جزئی مثبت پیدا می‌کند. به عنوان مثال، تصویر زیر نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی یک نمونه از مولکول‌های گوگرد تری‌اکسید را نشان می‌دهد:

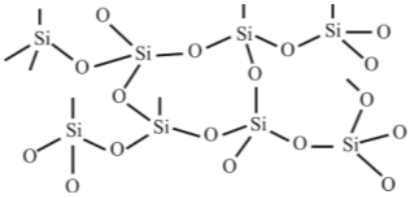


همانطور که مشخص است، در این مولکول‌ها اتم مرکزی بار جزئی مثبت دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴ پخته شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی بالای سیلیس(SiO_2) دانست. توجه داریم که سیلیس، جامدی کووالانسی بوده و نقطه ذوب و جوش بالایی دارد. در ساختار این ماده، اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن به صورت یکی در میان به هم متصل شده‌اند. تصویر زیر، ساختاری از سیلیس را نشان می‌دهد:



سیلیس، نوعی جامد کووالانسی:

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.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مواد اولیه برای ساخت آثار به‌جای مانده از گذشتگان، افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، واکنش‌پذیری کم و استحکام زیاد داشتند. شیمی‌دان‌ها با بررسی نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار به‌جا مانده، پرده از اسرار ماندگاری این آثار برداشتند و با بهره‌گیری از دانش خود، توانستند مواد جدیدتری را بسازند. این مواد خواص ویژه و کاربردهای معینی دارند و آن‌ها را می‌توان مبنای کار و کلید موفقیت طراحان، هنرمندان و مهندسان برای خلق سازه‌های زیبا و ماندگار امروزی دانست.

۲) هنگام پختن سفالینه‌های تهیه شده از خاک رس، مقداری از آب موجود در این نمونه خاک تبخیر می‌شود. با تبخیر مقداری از آب موجود در خاک رس، درصد جرمی آب(نوعی اکسید نافلزی در خاک رس) کاهش یافته و به دنبال آن، درصد جرمی سایر مواد موجود در خاک رس(شامل اکسیدهای فلزی، اکسید شبه فلزی و ...)، افزایش می‌یابد.

۴) در خاک رس استخراج شده از معدن طلا، برخی از اکسیدهای فلزی(Al_2O_3 ،Na_2O ،Fe_2O_3 و MgO)، اکسید نافلزی(H_2O)، اکسید شبه‌فلزی(SiO_2) و برخی از مواد دیگر مثل عنصر آزاد طلا وجود دارد. توجه داریم که از خاک رس برای تهیه ظرف‌های سفالی استفاده می‌شود. چون خاک رس حاوی تعدادی از اکسیدهای فلزی با خاصیت بازی است، با انحلال یک نمونه از این خاک در آب خالص، محلول مورد نظر خاصیت بازی پیدا کرده و غلظت یون هیدروکسید در آن افزایش پیدا می‌کند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

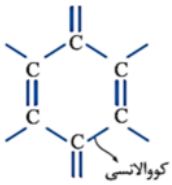
۵ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

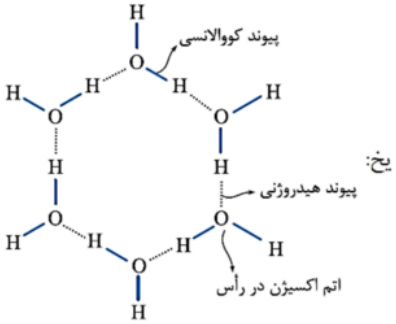
آ: مواد کووالانسی، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌ها می‌شوند که توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند. چون این مواد در شرایط اتاق حالت جامد دارند، آن‌ها را با نام جامدهای کووالانسی نیز می‌خوانند. برای ذوب یک جامد کووالانسی باید پیوندهای اشتراکی میان اتم‌ها شکسته شود، پس دمای ذوب این مواد به قدرت پیوندهای اشتراکی در آن‌ها وابسته است. پیوند $Si-Si$ موجود در سیلیسیم خالص با توجه به شعاع بیشتر اتم‌های سازنده آن، قدرت کمتری نسبت به پیوند $C-C$ میان اتم‌های موجود در بلور الماس دارد؛ بنابراین، نقطه ذوب سیلیسیم کمتر از الماس است. بر این اساس، می‌توان گفت یک نمونه سیلیسیم راحت‌تر از نمونه الماس ذوب می‌شود. توجه داریم که سیلیسیم خالص، رسانایی الکتریکی کمی دارد، اما به هرحال در دسته مواد رسانا قرار می‌گیرد، همچنین رسانایی گرمایی سیلیسیم بسیار بالا است.

ب: در هر حلقه شش‌گوشه موجود در بلور یخ، ۶ اتم اکسیژن، ۶ اتم هیدروژن، ۶ پیوند اشتراکی و ۶ پیوند هیدروژنی وجود دارد. در واقع هریک از اضلاع این حلقه، توسط یک پیوند اشتراکی و یک پیوند هیدروژنی ساخته شده است. ساختار حلقه‌های موجود در ساختار یخ و گرافیت به صورت زیر است:

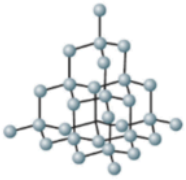
گرافیت:



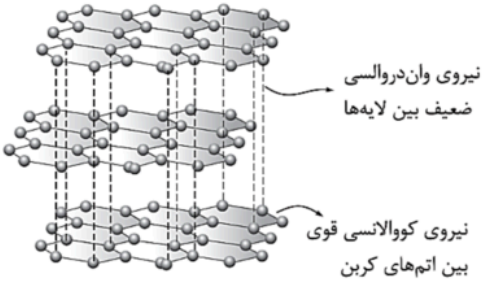
یخ:



پ: 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 سازنده گرافیت نیروی ضعیف وان‌درووالسی 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.

ت: در هر مول SiO_2، یک مول اتم Si وجود دارد که هر اتم آن نیز ۴ الکترون پیوندی(۴ پیوند به ازای هر اتم سیلیسیم که در هر پیوند، یک الکترون توسط اتم سیلیسیم به اشتراک گذاشته شده است) دارد. از طرفی، در هر مول از این ماده دو مول اتم O وجود دارد و روی هر اتم اکسیژن نیز دو جفت الکترون ناپیوندی و ۲ الکترون پیوندی(۲ پیوند به ازای هر اتم اکسیژن که در هر پیوند، یک الکترون توسط اتم اکسیژن به اشتراک گذاشته شده است) وجود دارد. با توجه به توضیحات داده شده، در هر مول سیلیس ۴ مول جفت الکترون پیوندی(۸ مول الکترون پیوندی) و ۴ مول جفت الکترون ناپیوندی(۸ مول الکترون ناپیوندی) دیده می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۶ با توجه به درصد جرمی آلومینیم در مخلوط اولیه، جرم منیزیم نیترات و آلومینیم نیترات موجود در این مخلوط را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ Al(NO_3)_3 = 25\ g\ \text{مخلوط} \times \frac{10/8\ g\ Al}{100\ g\ \text{مخلوط}} \times \frac{1\ mol\ Al}{27\ g\ Al} \times \frac{1\ mol\ Al(NO_3)_3}{1\ mol\ Al} \times \frac{213\ g\ Al(NO_3)_3}{1\ mol\ Al(NO_3)_3} = 21/3\ g$$

$$\text{جرم منیزیم نیترات} = \text{جرم مخلوط اولیه} - \text{جرم آلومینیم نیترات} = 25 - 21/3 = 3/7\ g$$

با توجه به محاسبات انجام شده، مخلوط اولیه شامل ۲۱/۳ گرم آلومینیم نیترات(معادل با ۰/۱ مول آلومینیم نیترات) و ۳/۷ گرم منیزیم نیترات(معادل با ۰/۰۲۵ مول منیزیم نیترات) می‌شود. از انحلال هر مول آلومینیم نیترات در آب، ۳ مول یون نیترات و از انحلال هر مول منیزیم نیترات در آب نیز ۲ مول یون نیترات در محلول آزاد می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$\text{شمار مول‌های یون نیترات} = 3 \times \text{شمار مول‌های آلومینیم نیترات} + 2 \times \text{شمار مول‌های منیزیم نیترات} = 3 \times 0/1 + 2 \times 0/025 = 0/35\ mol$$

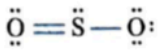
در قدم آخر، غلظت یون نیترات را در محلول نهایی محاسبه می‌کنیم.

$$[NO_3^-] = \frac{\text{شمار مول‌های یون نیترات}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/35\ mol}{2/5\ L} = 0/14\ mol.L^{-1}$$

توجه داریم که منیزیم نیترات و آلومینیم نیترات، از جمله ترکیب‌های یونی چندتایی هستند.

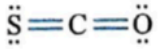
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۷ ساختار لوویس مولکول گوگرد دی‌اکسید به صورت زیر است:



چون در ساختار این مولکول یک جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی قرار گرفته است، این جفت الکترون دو اتم اکسیژن موجود در اطراف اتم گوگرد را به سمت پایین متمایل کرده و به همین خاطر، این مولکول ساختار خمیده پیدا می‌کند. توجه داریم که در ساختار مولکول کربونیل سولفید، روی اتم مرکزی هیچ جفت الکترون ناپیوندی قرار نگرفته و بر این اساس، مولکول کربونیل سولفید ساختار خطی خواهد داشت.

ساختار لوویس مولکول کربونیل سولفید به صورت زیر است:



مولکول کربونیل سولفید، گشتاور دوقطبی بیشتر از صفر دارد اما اگر اتم گوگرد از این مولکول را با اتم اکسیژن جایگزین کنیم، مولکول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود که ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن برابر با صفر است.

گشتاور دوقطبی:

ذرات سازنده مواد قطبی در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند اما شدت این جهت‌گیری در مواد مختلف، متفاوت از یکدیگر است. شدت جهت‌گیری مولکول‌های سازنده یک ماده در حضور میدان الکتریکی، مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام گشتاور دوقطبی(μ) است. گشتاور دوقطبی مواد مختلف، با یکای دبای(D) نشان داده می‌شود. طبیعی است که با افزایش میزان قطبیت مواد، مقدار گشتاور دوقطبی آن‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. برای مثال، چون خاصیت نافلزی اکسیژن بیشتر از خاصیت نافلزی گوگرد است، گشتاور دوقطبی ذرات آب و هیدروژن سولفید به ترتیب برابر با ۱/۸۵ و ۰/۹۷ دبای می‌شود.

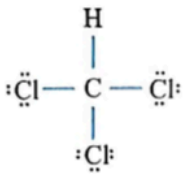
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸ مواد مولکولی از واحدهای مجزایی به نام مولکول تشکیل شده‌اند. این مواد در دمای اتاق می‌توانند به حالت گاز(مثل اتان، اتن، اتین و هیدروژن کلرید)، مایع(مثل هگزان و آب) و جامد(مثل ید و نفتالن و پلی‌اتن) باشند؛ درحالی که ترکیب‌های یونی و ترکیب‌های کووالانسی در دمای اتاق فقط به حالت جامد دیده می‌شوند. فلزها نیز اغلب به حالت جامد دیده می‌شود. جیوه تنها عنصر فلزی است که در دمای اتاق به حالت مایع دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ ساختار مولکول کلروفرم به صورت زیر است:



اگر اتم‌های کلر مولکول در ساختار این ماده را با گروه اتیل جایگزین کنیم، یک زنجیره کربنی اصلی ۵ کربنه ایجاد می‌شود که یک گروه اتیل به کربن شماره ۳ آن متصل شده است. نام ترکیب حاصل از این فرایند به صورت ۳-اتیل پنتان خواهد بود. این ترکیب آلکانی در مجموع دارای ۷ اتم کربن در ساختار مولکولی خود است.

۳ برای ذوب جامدهای مولکولی و کووالانسی، باید به ترتیب بر نیروهای وان‌دروالسی میان مولکول‌ها و نیروی پیوند اشتراکی میان اتم‌ها غلبه کرد. در اثر تضعیف این نیروها، ماده مورد نظر ذوب می‌شود. چون قدرت پیوندهای اشتراکی خیلی بیشتر از قدرت نیروهای وان‌دروالسی است، جامدهای کووالانسی در مقایسه با مواد مولکولی دمای ذوب بالاتری دارند.

۴ در مولکول آمونیاک به علت وجود یک زوج الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی(اتم نیتروژن)، مولکول حالت برآمده داشته و اتم‌های سازنده بر روی یک صفحه قرار نمی‌گیرند. این درحالی است که مولکول SO_3 ساختاری مسطح داشته و در آن اتم‌های سازنده بر روی یک صفحه قرار می‌گیرند. توجه داریم که گوگرد تری‌اکسید نوعی اسید آرنیوس بوده و موجب افزایش غلظت یون هیدروژن در محلول می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹ آرگون یک گاز نجیب با واکنش‌پذیری بسیار کم است در حالی که اکسیژن واکنش‌پذیری بالاتری دارد. مخلوطی از گازهای اکسیژن و آرگون در اختیار داریم که درصد جرمی گاز واکنش‌پذیرتر(گاز اکسیژن) در آن برابر با ۸۰٪ است. مخلوطی از این گازها به جرم ۱۰۰ گرم را در نظر گرفته و شمار مول‌های هر گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,Ar = ۱۰۰\ g\ \text{مخلوط} \times \frac{۲۰\ g\ Ar}{۱۰۰\ g\ \text{مخلوط}} \times \frac{۱\ mol\ Ar}{۴۰\ g\ Ar} = ۰/۵\ mol$$

$$?\,mol\,O_2 = ۱۰۰\ g\ \text{مخلوط} \times \frac{۸۰\ g\ O_2}{۱۰۰\ g\ \text{مخلوط}} \times \frac{۱\ mol\ O_2}{۳۲\ g\ O_2} = ۲/۵\ mol$$

در یک مخلوط گازی، درصد حجمی هر گاز معادل با درصد مولی آن گاز خواهد بود. بر این اساس، درصد مولی گاز آرگون را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد مولی آرگون} = \frac{\text{مول آرگون}}{\text{مجموع شمار مول‌های گازی موجود در مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۵\ mol\ Ar}{۳\ mol\ \text{گاز}} \times ۱۰۰ \simeq ۱۶/۶\ \text{درصد}$$

گاز متان، اولین عضو خانواده آلکان‌ها است. این گاز بر اساس معادله $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ می‌سوزد. بر این اساس، جرمی از مخلوط گازی داده شده که برای سوزاندن ۲۴ گرم متان نیاز داریم را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ \text{مخلوط گازی} = ۲۴\ g\ CH_4 \times \frac{۱\ mol\ CH_4}{۱۶\ g\ CH_4} \times \frac{۲\ mol\ O_2}{۱\ mol\ CH_4} \times \frac{۳۲\ g\ O_2}{۱\ mol\ O_2} \times \frac{۱۰۰\ g\ \text{مخلوط گازی}}{۸۰\ g\ O_2} = ۱۲۰\ g$$

همانطور که مشخص است، ۱۲۰ گرم از این مخلوط حاوی ۹۶ گرم اکسیژن(معادل با ۳ مول اکسیژن) لازم برای سوزاندن متان خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

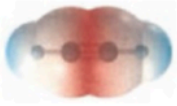
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰ در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای(گروه هالوژن‌ها)، با حرکت به سمت بالای گروه، خاصیت نافلزی اتم‌ها بیشتر شده و واکنش‌پذیری این عناصر نیز افزایش پیدا می‌کند. چون هالوژن Y نسبت به هالوژن X خصلت نافلزی بیشتری دارد، پس می‌توان گفت در مولکول‌های XY، بار جزئی اتم Y منفی بوده و این مولکول در میدان الکتریکی، از سمت اتم Y خود به سمت قطب مثبت جهت‌گیری پیدا می‌کنند. در این مولکول‌ها بار جزئی اتم X نیز مثبت بوده و این مولکول در میدان الکتریکی، از سمت اتم X خود به سمت قطب منفی جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مولکول‌هایی مانند کلر، برم و هیدروژن که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، مولکول‌های دواتمی جورهسته نامیده می‌شوند. هرچند که اغلب مولکول‌های دواتمی جور هسته دمای جوش کمتر از صفر دارند، اما برخی از اعضای این خانواده از جمله برم و ید دارای دمای جوش بالاتر از صفر بوده و در دمای اتاق، به حالت جامد یا مایع دیده می‌شوند. گشتاور دوقطبی مولکول‌های دواتمی جورهسته برابر با صفر بوده و این مولکول‌ها ناقطبی هستند. توجه داریم که این مولکول‌ها در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

۳) در مولکول‌های اتین(اولین عضو خانواده آلکین‌ها با فرمول مولکولی C_2H_2)، خاصیت نافلزی اتم‌های کربن بیشتر از اتم‌های هیدروژن است، پس اتم‌های کربن دارای بار جزئی منفی بوده و تراکم بار الکتریکی منفی در فضای بین هسته اتم‌های کربن نیز بیشتر از سایر نقاط است. تصویر زیر، نمایی از نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول اتین را نشان می‌دهد:



دو سر این مولکول، توسط اتم هیدروژن ساخته شده و بار جزئی مثبت دارند.

۴) مولکول نیتروژن تری‌فلوئورید(NF_3)، به علت وجود جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی خود قطبی است، اما گشتاور دوقطبی مولکول‌های نیتروژن و فلوئور صفر است.

مولکول‌های دواتمی جورهسته:

مولکول‌هایی مانند نیتروژن و فلوئور که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، مولکول‌های دواتمی جورهسته نامیده می‌شوند. چون اتم‌های سازنده این مولکول‌ها یکسان هستند، الکترون‌های پیوندی به طور مساوی بین آن‌ها توزیع شده و بر این اساس، احتمال حضور جفت‌الکترون‌های پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است. به عبارت دیگر، الکترون‌های پیوندی بیشتر وقت خود را در فضای بین دو هسته می‌گذرانند و احتمال حضور آن‌ها بین هسته‌ها یکسان و متقارن است. با توجه به توزیع متقارن الکترون‌ها، این مولکول‌ها ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر است؛ پس مولکول‌های دواتمی جورهسته در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کنند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

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

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

بنابر محاسبات انجام‌شده، ۲۶ گرم فلز روی و ۱۴ گرم فلز آهن در نمونهٔ آلیاژ وجود دارد که با محلول هیدرویدیک‌اسید واکنش می‌دهند. معادلهٔ موازنه‌شده واکنش فلز روی و آهن با محلول هیدرویدیک‌اسید به‌صورت 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 محاسبهٔ حجم محلول هیدرویدیک‌اسید مصرف‌شده، مولاریتهٔ 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 مولاریتهٔ محلول هیدرویدیک‌اسید را حساب کنیم. هیدرویدیک اسید، اسیدی بسیار قوی بوده که درجه یونش آن در محلول 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 معادلهٔ 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. در قدم بعد، شمار مول‌های یون آهن و روی وارد شده به محلول آبی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,Zn^{۲+} = ۲۶\,g\,Zn \times \frac{۱\,mol\,Zn}{۶۵\,g\,Zn} \times \frac{۱\,mol\,Zn^{۲+}}{۱\,mol\,Zn} = ۰/۴\,mol$$
$$?\,mol\,Fe^{۲+} = ۱۴\,g\,Fe \times \frac{۱\,mol\,Fe}{۵۶\,g\,Fe} \times \frac{۱\,mol\,Fe^{۲+}}{۱\,mol\,Fe} = ۰/۲۵\,mol$$
$$\frac{\text{شمار مول } Zn^{۲+}}{\text{شمار مول } Fe^{۲+}} = \frac{۰/۴\,mol}{۰/۲۵\,mol} = \text{برابر } ۱/۶$$

شمار مول‌های کاتیون روی وارد شده به محلول، ۱/۶ برابر شمار مول‌های کاتیون آهن وارد شده به محلول است، پس غلظت کاتیون روی ۱/۶ برابر غلظت کاتیون آهن می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲ سیلیس (SiO_2)، جامدی کووالانسی بوده و نقطهٔ ذوب و جوش بالایی دارد. در شکل داده شده نیز اتم A معادل با اتم سیلیسیم و اتم B معادل با اتم اکسیژن است. با توجه به شکل، عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: سیلیس افزون بر خاک‌های 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 آن شده است.

ب: فراوانترین اکسید در پوسته زمین (نه کل زمین)، سیلیس بوده و این ماده جزء جامدهای کووالانسی به حساب می‌آید. در ساختار این ماده، همهٔ اتم‌ها توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

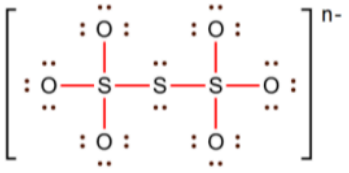
همان‌طور که گفتیم، سیلیسیم دی‌اکسید یا سیلیس (SiO_2) جزء جامدهای کووالانسی بوده و در ساختار آن حلقه‌های ۶ و ۱۲ ضلعی یافت می‌شود. در ساختار سیلیس، همهٔ اتم‌ها پیوند اشتراکی داده‌اند. سیلیس، شبکه‌ای گسترده از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن بوده و فاقد مولکول‌های مجزا و مستقل هستند؛ به‌طوری‌که در ساختار آن پل‌های متعددی از $Si-O-Si$ وجود دارد. نقطهٔ جوش سیلیس برخلاف جامدهای مولکولی زیاد است، چون برای ذوب آن باید پیوندهای اشتراکی بین اتم‌ها شکسته شود. توجه داریم که سیلیس، فراوان‌ترین اکسید در خاک رس و پوستهٔ جامد زمین بوده و باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکندهای روی آن‌ها می‌شود. کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.

پ: عنصر A، معادل با سیلیسیم بوده و اتم‌های این عنصر شبه‌فلزی در ساختار حلقه‌های موجود در ساختار سیلیس جای گرفته‌اند. سیلیسیم، یک مادهٔ نیمه رسانا بوده، عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی است و طی واکنش $SiO_2(s)+2C(s)\xrightarrow{3000^\circ C}Si(l)+2CO(g)$ به‌صورت مایع تولید می‌شود. با توجه به انجام‌پذیر بودن این واکنش، می‌توان گفت کربن واکنش‌پذیرتر از سیلیسیم است.

ت: سیلیسیم، عنصری شبه‌فلزی و اکسیژن، عنصری نافلزی است. اکسیژن می‌تواند یون تک‌اتمی اکسید را تشکیل بدهد که در ساختار بسیاری از ترکیب‌های یونی مثل سدیم اکسید، آلومینیم اکسید و... یافت می‌شود اما سیلیسیم توانایی تشکیل یون تک‌اتمی را ندارد. توجه داریم که در ساختار سیلیس، پل‌های متعدد $Si-O-Si$ وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳ ساختار داده شده مربوط به یک آنیون چند اتمی بوده که تمام اتم‌های آن به آرایش هشت‌تایی رسیده‌اند. شکل زیر آرایش الکترون-نقطه‌ای (ساختار لوویس) کامل این آنیون را نمایش می‌دهد:



برای تعیین بار یک یون چند اتمی، کافی است تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی موجود در ساختار آن یون را از تعداد الکترون‌های ظرفیت اتم‌های موجود در ساختار آن یون کم کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\text{بار یون چند اتمی} = (\text{مجموع شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها}) - (\text{مجموع شمار الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی موجود در ساختار})$$

اکسیژن و گوگرد دو عنصر از گروه ۱۶ جدول دوره‌ای بوده و هر یک از آن‌ها در ساختار خود دارای ۶ الکترون ظرفیتی هستند. بر این اساس، بار یون چند اتمی مورد نظر به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

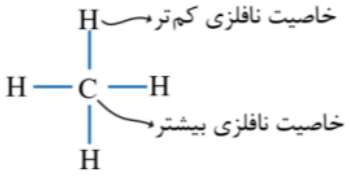
$$\text{بار یون چند اتمی} = (54)-(56) = -2$$

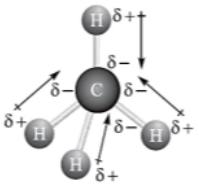
پس فرمول آنیون مورد نظر به‌صورت $S_2O_6^{2-}$ است. کاتیون Fe^{2+}، تعداد ۶ الکترون با $l=2$ در زیرلایه $3d$ خود دارد. در ساختار کاتیون Fe^{3+} نیز ۵ الکترون با $l=2$ در زیرلایه $3d$ وجود دارد. فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش میان یون Fe^{2+} با یون $S_2O_6^{2-}$، به‌صورت FeS_2O_6 خواهد بود. در ساختار نیم مول از این ترکیب، ۱/۵ مول اتم گوگرد که معادل با تعداد $9/03\times10^{23}$ اتم گوگرد است، وجود دارد.

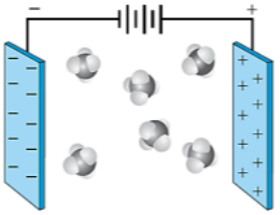
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۴ تنها مولکول‌های قطبی در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند و این قضیه کاملاً مستقل از نوع بار جزئی اتم مرکزی در مولکول‌ها است. برای مثال، متان مولکولی است با بار جزئی منفی بر روی اتم مرکزی که ناقطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کند. تصویر زیر، نمایی از ساختار مولکول متان را نشان می‌دهد:





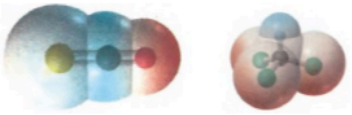


در نقطهٔ مقابل، کربن‌دی‌اکسید مولکولی است با بار جزئی مثبت بر روی اتم مرکزی که ناقطبی بوده و در حضور میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ سیلیسیم کربید با فرمول شیمیایی SiC، یک سایندهٔ ارزان قیمت است که همانند الماس، گرافیت، سیلیسیم و سیلیس، در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد. سیلیسیم کربید، ساختاری مشابه الماس و سیلیسیم دارد و از آن در تهیهٔ سمباده استفاده می‌شود. در ساختار این ماده، هر اتم کربن به ۴ اتم سیلیسیم و هر اتم سیلیسیم نیز به ۴ اتم کربن متصل شده است. کربن‌دی‌اکسید نیز یک مادهٔ مولکولی است که در حالت جامد، با نام یخ خشک شناخته می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، درجهٔ سختی و دمای ذوب جامدهای کووالانسی بیشتر از مواد مولکولی است.

۲ با توجه به نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های کربونیل سولفید (SCO) و کلروفرم $(CHCl_3)$، به‌ترتیب به اتم‌های O و Cl در این مولکول‌ها می‌توان بار جزئی منفی نسبت داد. نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی این مواد به‌صورت زیر است:



۴ نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی آمونیاک به‌صورت زیر است:



با توجه به نقشهٔ 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.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

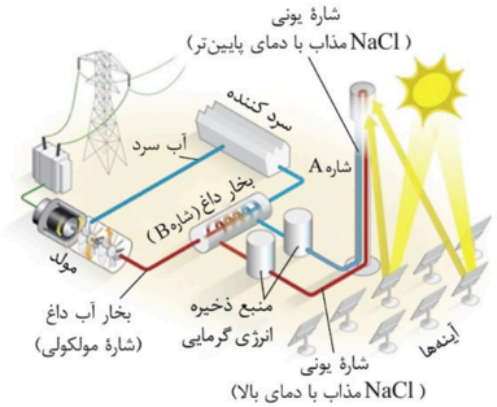
۱۵ عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: 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 به‌عنوان 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 چرخهٔ مصرف کنند. تبدیل پرتوهای خورشیدی به انرژی الکتریکی، فرایند آسانی نبوده و به دانش و فناوری پیشرفته نیاز دارد و به‌همین خاطر است که فقط در برخی از کشورهای توسعه‌یافته انجام می‌شود.

ب: در ساختار سدیم سیلیکات (Na_4SiO_4)، یون چند اتمی سیلیکات وجود دارد. یون سیلیکات با فرمول شیمیایی SiO_4^{4-}، یک یون چند اتمی است که در ساختار آن ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد. عدد اکسایش اتم‌های سیلیسیم در کلسیم سیلیکات (Ca_2SiO_4) برابر با $+4$ بوده و عدد اکسایش کربن در مولکول متان نیز برابر با -4 است.

پ: تصویر زیر، شمایی از فناوری پیشرفتهٔ 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 نقطه برج متمرکز شده و انرژی خود را به شارهٔ 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 این ماده است، مادهٔ مورد نظر تبخیر نمی‌شود. برخلاف سدیم کلرید (شاره یونی)، شارهٔ مولکولی استفاده شده در نیروگاه‌های خورشیدی دچار تغییر حالت فیزیکی می‌شود.

ت: آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکه بلوری سدیم کلرید، همانند سایر جامدهای یونی، از یک الگوی تکراری و به‌هم‌پیوسته پیروی می‌کند؛ به‌طوری‌که هر کاتیون با شمار معینی از آنیون‌ها و هر آنیون با شمار معینی از کاتیون‌ها احاطه شده است. به‌شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود در اطراف هر یون در شبکه بلوری هر ترکیب یونی، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند. عدد کوئوردیناسیون در بلور سدیم کلرید برای هر یک از یون‌های Na^+ و Cl^- برابر با یکدیگر و معادل با ۶ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

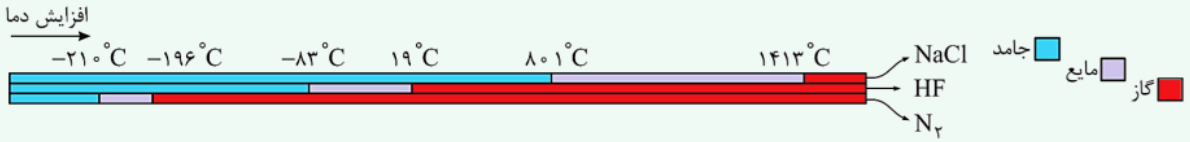
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۶ هر چه تفاوت بین نقطهٔ ذوب و نقطهٔ جوش یک مادهٔ خالص بیشتر باشد، آن ماده در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع است. در نتیجه آن ماده در حالت مایع شارهٔ بهتری برای ذخیرهٔ انرژی گرمایی در نیروگاه تولید برق از انرژی خورشیدی است. از آن‌جا که نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازندهٔ شارهٔ یونی از شارهٔ مولکولی قوی‌تر است، شارهٔ یونی در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و گزینهٔ مناسب‌تری نسبت به شارهٔ مولکولی به‌شمار می‌رود. از طرفی، برای به حرکت درآوردن مولد الکتریکی (توربین) در این نیروگاه‌ها از بخار آب (شارهٔ مولکولی) استفاده می‌شود.

هر مادهٔ خالص، در دماهای بالاتر از نقطهٔ جوش خود به حالت گاز، در بازهٔ دمایی بین نقطهٔ ذوب و جوش خود به حالت مایع و در دماهای پایین‌تر از نقطهٔ ذوب خود به حالت جامد وجود دارد. در این رابطه، داریم:



بر این اساس، هر چه تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش یک ماده بیشتر باشد، آن ماده در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع است. به‌طورکلی، هر چه تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش یک مادهٔ خالص بیشتر باشد، نیروهای جاذبهٔ میان ذره‌های سازندهٔ آن ماده قوی‌تر است. برای مثال، HF و نیتروژن جزء ترکیب‌های مولکولی هستند و سدیم‌کلرید نیز یک ترکیب یونی است؛ پس با توجه به بیشتربودن تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش سدیم‌کلرید نسبت به دو ترکیب دیگر، می‌توان گفت نیروی جاذبهٔ میان آنیون‌ها و کاتیون‌ها در ترکیب‌های یونی، قوی‌تر از نیروی جاذبهٔ وان‌درواالسی و یا پیوند هیدروژنی میان ذرات سازندهٔ ترکیب‌های مولکولی است. تصویر زیر حالت‌های فیزیکی سه مادهٔ N_2، HF و $NaCl$ را در دماهای مختلف نشان می‌دهد:



در مراحل تولید انرژی الکتریکی با استفاده از نور خورشید، پرتوهای خورشیدی پس از بازتاب از سطح آینه‌ها در بالاترین نقطهٔ برج متمرکز شده و انرژی خود را به شارهٔ یونی که در حال عبورکردن از این قسمت است، منتقل می‌کنند و موجب افزایش دمای این ماده می‌شوند. شارهٔ یونی پس از افزایش دما به سمت منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی جریان پیدا کرده و در این مخزن باقی می‌ماند. در هنگام نیاز به انرژی الکتریکی، شارهٔ یونی از منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی به طرف مخزن انتقال حرارت جاری شده و بخشی از انرژی خود را به شارهٔ مولکولی (آب) می‌دهد و آن را به بخار تبدیل می‌کند. پس از انتقال حرارت، دمای شارهٔ یونی کاهش پیدا کرده و مجدداً به سمت یک مخزن ذخیره‌کننده حرکت می‌کند و از آن‌جا دوباره به سمت برج گیرنده می‌رود. در واقع وظیفهٔ شارهٔ یونی رساندن حرارت خورشید به شارهٔ مولکولی است. بخار آب تولیدشده در مخزن انتقال حرارت، به سمت یک توربین حرکت کرده و با چرخاندن آن سبب تولید انرژی الکتریکی می‌شود. پس از به حرکت درآوردن توربین، بخار آب به سمت سردکننده جاری می‌شود تا دوباره در چرخه تولید بخار قرار بگیرد.

(مار ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷ هر مول از ترکیب‌های آلکنی مختلف، با یک مول گاز هیدروژن واکنش داده و به ترکیب سیرشده تبدیل می‌شوند. واکنش میان ۲-هپتن (ششمین عضو از خانواده‌ی آلکن‌ها) و گاز هیدروژن به‌صورت زیر است:

$$C_7H_{14} + H_2 \rightarrow C_7H_{16}$$

بر اساس این واکنش، یک مول ۲-هپتن (۹۸ گرم ۲-هپتن) با ۱ مول گاز هیدروژن (۲ گرم گاز هیدروژن) با یکدیگر واکنش داده و یک مول هپتان (۱۰۰ گرم هپتان) تولید می‌شود؛ پس می‌توان گفت در مخلوط ۲-هپتن و گاز هیدروژن اولیه، به‌ازای هر ۹۸ گرم ۲-هپتن، ۲ گرم گاز هیدروژن وجود داشته است. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی هیدروژن} = \frac{\text{جرم هیدروژن}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۲}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۲$$

بر این اساس، درصد جرمی هیدروژن در مخلوط اولیه برابر با ۲٪ است. برای محاسبهٔ تعداد پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار مولکول هپتان، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی} = \frac{\text{تعداد اتم هیدروژن} \times ۱ + \text{تعداد اتم کربن} \times ۴}{۲} = \frac{۱۶ + ۴ \times ۷}{۲} = ۲۲$$

(مار ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۸ ساختار مولکول‌های اتیلن گلیکول به‌صورت زیر است:



واکنش سوختن اتیلن گلیکول به‌صورت زیر است:

$$۲C_۲H_۶O_۲(l) + ۵O_۲(g) \rightarrow ۴CO_۲(g) + ۶H_۲O(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش شیمیایی، از سوختن ۲ مول اتیلن گلیکول، ۴ مول کربن‌دی‌اکسید (معادل با ۱۷۶ گرم کربن‌دی‌اکسید) و ۶ مول بخار آب (معادل با ۱۰۸ گرم بخار آب) تولید می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، بخار آب از مولکول‌های قطبی و کربن‌دی‌اکسید نیز از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است. بر این اساس، درصد جرمی مولکول‌هایی که در میان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند (مولکول‌هایی با گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر) را در مخلوط فراورده‌ها محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد جرمی مولکول‌هایی که جهت‌گیری می‌کنند} = \frac{\text{جرم آب تولید شده}}{\text{جرم کل فراورده‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰۸}{۱۰۸ + ۱۷۶} \times ۱۰۰ \simeq ۳۸ \text{ درصد}$$

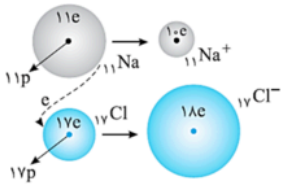
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: هرگاه اتم‌های یک عنصر فلزی مثل سدیم در مجاورت با اتم‌های یک عنصر نافلزی مثل کلر قرار بگیرند، اتم‌های فلزی اکسایش پیدا می‌کنند و الکترون‌های خود را به اتم‌های نافلزی منتقل می‌کنند. طی این فرایند اتم‌ها با یکدیگر الکترون دادوستد می‌کنند و به یون‌هایی با بار مخالف تبدیل می‌شوند و در نتیجهٔ آن یک ترکیب یونی تولید می‌شود. واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:



نیم‌واکنش اکسایش: $Na(s) \rightarrow Na^+(s) + e^-$ $\quad {}_{11}Na : [{}_{10}Ne]3s^1 \Rightarrow {}_{11}Na^+ : [{}_{10}Ne]$

نیم‌واکنش کاهش: $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(s)$ $\quad {}_{17}Cl : [{}_{10}Ne]3s^2 3p^5 \Rightarrow {}_{17}Cl^- : [{}_{18}Ar]$

همان‌طور که مشخص است، سدیم کلرید از واکنش میان فلز سدیم و گاز کلر تولید می‌شود. عنصر سدیم، نوعی عنصر فلزی بوده و یک مادهٔ مولکولی نیست و به‌همین خاطر، نمی‌توان از واژه‌هایی مانند نیروی بین مولکولی و مولکول برای توصیف آن استفاده کرد. در نقطهٔ مقابل، برای توصیف گاز کلر می‌توان از واژه‌هایی مانند نیروی بین مولکولی و مولکول برای توصیف آن استفاده کرد.

ب: ترکیب‌های یونی در حالت جامد نارسانا هستند؛ اما در حالت مذاب، به‌علت امکان حرکت ذرات باردار، رسانای جریان الکتریکی به‌شمار می‌روند. همان‌طور که می‌دانید، نیروی جاذبهٔ میان ذره‌های سازندهٔ این ترکیب‌ها، از نوع پیوند یونی است.

از آن‌جا که مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در هر ترکیب یونی باهم برابر است، ترکیبات یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند. توجه داریم که ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای جریان الکتریسیته نیستند اما با ذوب‌کردن این مواد یا انحلال آن‌ها در یک نمونه از آب، یک محلول الکترولیت به‌دست می‌آید که جریان برق را از خود عبور می‌دهد.

پ: به انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ بلوری یک مول جامد یونی در فشار ثابت و تبدیل آن به یون‌های گازی مجزا، آنتالپی فروپاشی شبکه گفته می‌شود. آنتالپی فروپاشی شبکه جامدهای یونی را در مقیاس کیلوژول بر مول گزارش می‌کنند.

به‌عنوان مثال، معادله زیر، واکنش فروپاشی شبکه بلور لیتیم کلرید جامد را نشان می‌دهد:

$$\underbrace{LiCl(s)}_{\text{جامد یونی}} \rightarrow \overbrace{Li^+(g) + Cl^-(g)}^{\text{یون‌های گازی مجزا}} \; ; \; \Delta H_{\text{فروپاشی}} = +x \; kJ.mol^{-1}$$

در این واکنش، یک ترکیب یونی جامد به یون‌های گازی تبدیل شده است، درحالی‌که در واکنش $LiCl(l) \rightarrow Li^+(g) + Cl^-(g)$، همان ترکیب یونی مقداری انرژی گرفته و از حالت مذاب به یون‌های گازی تبدیل شده است. چون سطح انرژی مواد در حالت مذاب بیشتر از حالت جامد است، پس می‌توان گفت مقدار انرژی مصرف شده در واکنش دوم کمتر از واکنش اول خواهد بود.

ت: برای مقایسه آنتالپی شبکه ترکیبات یونی مختلف، به‌ترتیب از مقیاس‌های زیر استفاده می‌کنیم:

- ✓ مقایسه مجموع قدرمطلق بار الکتریکی آنیون و کاتیون سازنده ترکیب مورد نظر ← هر ترکیبی که مجموع قدرمطلق بار الکتریکی آنیون و کاتیون سازنده آن بزرگ‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه بالاتری دارد.
- ✓ در صورت یکسان بودن مجموع قدرمطلق بار الکتریکی یون‌ها، مقایسه شعاع آنیون و کاتیون سازنده ← هر ترکیبی که شعاع یون‌های سازنده آن کوچک‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه بالاتری دارد.

سدیم سولفید (Na_2S)، یک ترکیب یونی دوتایی به‌شمار 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. مقایسه شعاع یون‌های سازنده این دو ترکیب به‌صورت زیر است:

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

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰ فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت‌های آشکاری در برخی رفتارها نشان می‌دهند. در واقع، هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک با سایر عناصر فلزی، رفتارهای ویژهٔ خود را نیز دارد. مثلا فلزهای دستهٔ d (فلزهای واسطه)، همانند سایر فلزها رسانایی الکتریکی بالا، رسانایی گرمایی بالا و شکل‌پذیری دارند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطهٔ ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آن‌ها تفاوت دارند. تیتانیم، دومین فلز واسطهٔ موجود در تناوب چهارم است که به‌خاطر ویژگی‌های باورنکردنی و فراتر از انتظار مثل ماندگاری و استحکام مناسب، از آن در جاهای مختلفی مثل ساخت موتور جت، پروانهٔ کشتی‌های اقیانوس‌پیما و نمای زیبای ساختمان‌ها استفاده می‌شود. 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

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 همه این زمینه‌ها، استفاده از این فلز برای ساختن موتور جت منطقی‌تر از فولاد است.

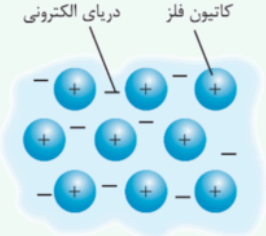
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گروه ۱۴ جدول دوره‌ای شامل ۶ عنصر مختلف شده و ۳ عنصر اول موجود در آن، نافلز و یا شبه‌فلز هستند. بر این اساس، می‌توان گفت از میان عناصر موجود در گروه چهاردهم جدول دوره‌ای، عناصر قلع، سرب و فلرویم فلز بوده و از مدل دریای الکترونی پیروی می‌کنند.

۲) به‌جز تعدادی از فلزهای واسطهٔ موجود در جدول دوره‌ای، برخی از فلزهای اصلی مثل گالیم، قلع، سرب و ...، هنگام تبدیل شدن به یون پایدار خود، به آرایش الکترونی یک گاز نجیب نمی‌رسند. به‌عنوان مثال، یون $_{31}Ga^{3+}$ از اتم خنثی گالیم حاصل شده و به آرایش الکترونی هیچ گاز نجیبی نرسیده‌است. در ساختار این یون، ۲۸ الکترون وجود دارد.

۴) فلزها در هر چهار دستهٔ s، p، d و f از جدول تناوبی جای داشته اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند. داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی، دمای ذوب، قابلیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری، از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها بوده درحالی‌که واکنش‌پذیری (خصلت فلزی) و تنوع اعداد اکسایش، از جمله رفتارهای شیمیایی آن‌ها است.

مواد از جمله فلزها همواره برای زندگی انسان و ادامهٔ آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند؛ تا آن‌جا که تمدن‌های آغازی نیز براساس گسترهٔ کاربری این مواد به‌صورت دورهٔ سنگی، دورهٔ برنز (آلیاژی از قلع و مس) و دورهٔ آهن نام‌گذاری شده‌اند. فلزها همواره نقش مهمی در رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی داشته و بسیاری باور دارند که پایداری جامعهٔ پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از فلزات بستگی دارد. تصویر زیر، یک الگوی ساده از شبکهٔ بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی از رفتارهای فیزیکی این عناصر ارائه شده و به مدل دریای الکترونی معروف است:

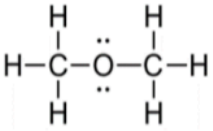


براساس این مدل، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها، الکترون‌های ظرفیتی آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۱ ساختار مولکول دی‌متیل‌اتر به‌صورت زیر است:



در ساختار مولکولی این ماده، ۶ پیوند کربن-هیدروژن وجود دارد. ۲-اوکتین نیز نوعی آلکین است که در ساختار خود دارای ۸ کربن بوده و هر مولکول از این ماده شامل ۶ پیوند کربن-کربن یگانه به‌همراه یک پیوند کربن-کربن سه‌گانه می‌شود. در ساختار ۳-هپتن، ۳-اتیل هگزان و ۲-متیل پنتان، به‌ترتیب ۵، ۷ و ۵ پیوند اشتراکی کربن-کربن یگانه یافت می‌شود.

پروپان و دی‌متیل‌اتر، به‌ترتیب دو ترکیب ناقطبی و قطبی هستند و جرم مولی نزدیک به‌هم دارند، بنابراین نقطهٔ جوش دی‌متیل اتر بالاتر است؛ درنتیجه گاز دی‌متیل‌اتر آسان‌تر از گاز پروپان به مایع تبدیل می‌شود. توجه داریم که پروپان نوعی هیدروکربن است. این مواد از اتصال اتم‌های هیدروژن و کربن به‌وجود می‌آیند. توزیع الکترون‌ها در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی اغلب هیدروکربن‌ها به‌صورت متقارن و یکنواخت است و به‌همین خاطر، گشتاور دوقطبی این ترکیب‌ها تقریباً برابر صفر می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۲ به انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ بلوری یک مول جامد یونی در فشار ثابت و تبدیل آن به یون‌های گازی مجزا، آنتالپی فروپاشی شبکه گفته می‌شود. آنتالپی فروپاشی شبکهٔ جامدهای یونی را در مقیاس کیلوژول بر مول گزارش می‌کنند. هرچه چگالی بار یون‌های سازندهٔ یک ترکیب یونی بیشتر باشد، این یون‌ها با نیروی بیشتری به‌سمت یکدیگر جذب می‌شوند و پایداری و استحکام شبکهٔ بلوری نیز بیشتر می‌شود. بر این اساس، با افزایش چگالی بار یون‌های سازندهٔ ترکیب‌های یونی مختلف، مقدار آنتالپی فروپاشی شبکه این مواد افزایش پیدا می‌کند و فروپاشی شبکهٔ بلوری آن‌ها دشوارتر می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، معادلهٔ واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$Al_2O_3(s) \rightarrow 2Al^{3+}(g) + 3O^{2-}(g)$$

کافیست انرژی لازم برای تولید ۳ مول یون O^{2-} را در این واکنش حساب کنیم:

$$?\,kJ = 3\,mol\,O^{2-} \times \frac{6/02 \times 10^{23} O^{2-}}{1\,mol\,O^{2-}} \times \frac{5302/4\,kJ}{6/02 \times 10^{23} O^{2-}} = 15912\,kJ$$

بنابراین آنتالپی فروپاشی Al_2O_3 برابر $15912\,kJ.mol^{-1}$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳ فرمول شیمیایی منیزیم اکسید به‌صورت MgO است. در ساختار بلوری هر مول از این ماده، یک مول یون منیزیم (معادل با ۲۴ گرم یون منیزیم) و یک مول یون اکسید (معادل با ۱۶ گرم یون اکسید) وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت تفاوت جرم آنیون و کاتیون موجود در بلور هر مول منیزیم اکسید برابر با ۸ گرم می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، جرم نمونهٔ منیزیم اکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,MgO = 0/4\,g\ \text{تفاوت جرم یون‌ها} \times \frac{1\,mol\,MgO}{8\,g\ \text{تفاوت جرم یون‌ها}} \times \frac{40\,g\,MgO}{1\,mol\,MgO} = 2\,g$$

با توجه به محاسبات بالا، می‌توان گفت جرم نمونهٔ کلسیم نیز برابر با ۲ گرم است. فلز کلسیم بر اساس معادلهٔ زیر با محلول هیدروکلریک اسید وارد واکنش شده و گاز هیدروژن را تولید می‌کند:

$$Ca(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2(g)$$

با توجه به معادلهٔ این واکنش، داریم:

$$?\,mL\,HCl = 2\,g\,Ca \times \frac{1\,mol\,Ca}{40\,g\,Ca} \times \frac{2\,mol\,HCl}{1\,mol\,Ca} \times \frac{1\,L\,HCl}{0/2\,mol\,HCl} \times \frac{1000\,mL\,HCl}{1\,L\,HCl} = 500\,mL$$

$$?\,mL\,H_2 = 2\,g\,Ca \times \frac{1\,mol\,Ca}{40\,g\,Ca} \times \frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,Ca} \times \frac{22/4\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} \times \frac{1000\,mL\,H_2}{1\,L\,H_2} = 1120\,mL$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴ 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. به‌عنوان 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 به‌ترتیب 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، نمونه‌ای از کربن بوده و فاقد اتم فلزی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) نمودار مقابل، مقایسهٔ 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؛ درحالی‌که 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 نقطهٔ مقابل، بین یون‌های موجود در این نمودار، یون کلرید دارای کمترین چگالی بار است.

۳) پرتوهایی با $\lambda = ۴۱۰nm$ به رنگ بنفش دیده می‌شوند. اگر این پرتوها را به یک جسم سفید بتابانیم، همه 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.

۴) با افزایش عدد جرمی و عدد اتمی هالوژن‌ها (عناصر موجود در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای) از بالا به پایین، شعاع یون هالید (آنیون تک اتمی حاصل از هالوژن‌ها) افزایش یافته، چگالی بار این یون کاهش پیدا کرده و در نتیجه، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکه منیزیم هالید کاهش می‌یابد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵ اگر یکی از اتم‌های اکسیژن موجود در مولکول کربن دی‌اکسید (CO_2) را با اتم گوگرد جایگزین کنیم، مولکول مورد نظر به کربونیل سولفید (SCO) تبدیل می‌شود. با انجام این فرایند، یک مولکول ناقطبی (ترکیبی با گشتاور دوقطبی صفر) به مولکول قطبی (ترکیبی با گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر) تبدیل شده و علاوه بر آن، جرم مولی این ماده نیز افزایش پیدا می‌کند. بر این اساس، می‌توان گفت طی این فرایند دمای جوش ترکیب مورد نظر افزایش پیدا می‌کند. توجه داریم که کربونیل سولفید و کربن دی‌اکسید، هر دو ساختار خطی داشته و هسته اتم‌های سازندهٔ آن‌ها روی یک خط راست قرار می‌گیرند. در این دو مولکول، اتم مرکزی (کربن) دارای بار جزئی مثبت است.

مقایسه نقطه جوش مواد مختلف:

دمای جوش، دمایی است که یک ماده در آن شروع به جوشیدن کرده و از حالت مایع به حالت گاز در می‌آید. با افزایش قدرت نیروهای بین مولکولی در مواد مختلف، ذرات سازندهٔ این مواد با قدرت بیشتری یکدیگر را جذب کرده و بر این اساس، ذرات آن ماده سخت‌تر از یکدیگر جدا شده و دمای جوش مادهٔ مورد نظر افزایش پیدا می‌کند. در واقع می‌توان گفت دمای جوش مواد با قدرت نیروی بین مولکولی در آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد. برای مقایسهٔ دمای جوش مواد مولکولی مختلف، طبق مراحل زیر عمل می‌کنیم:

۱) بررسی وجود پیوند هیدروژنی: پیوند هیدروژنی قوی‌ترین نوع از نیروهای بین مولکولی است. بر این اساس، اگر بین ذرات سازندهٔ یک ماده پیوند هیدروژنی برقرار شود، آن ماده دمای جوش بالاتری دارد.

۲) بررسی میزان قطبیت مواد: بین موادی با نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی و جرم مولی نزدیک به هم، با افزایش میزان قطبیت، دمای جوش افزایش پیدا می‌کند. بر این اساس، می‌توان گفت دمای جوش یک ماده با میزان قطبیت ذرات سازندهٔ آن ماده رابطهٔ مستقیم دارد. به‌همین خاطر است که دمای جوش گاز نیتروژن پایین‌تر از گاز کربن مونوکسید است.

۳) بررسی جرم مولی مواد: بین مواد ناقطبی مختلف، با افزایش جرم مولی، قدرت نیروهای بین مولکولی افزایش یافته و دمای جوش نیز بیشتر می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت دمای جوش مواد ناقطبی با جرم مولی ذرات سازندهٔ آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud

۲۶ صورت موازنه شدهٔ این واکنش به شکل زیر است:

$$۵S(s) + ۶OF_۲(g) \rightarrow ۲SO_۲(g) + ۳SF_۴(g)$$

با توجه به معادلهٔ موازنه شدهٔ این واکنش، جرم هریک از فراورده‌های تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,SF_۴ = ۸۱\,g\,OF_۲ \times \frac{۱\,mol\,OF_۲}{۵۴\,g\,OF_۲} \times \frac{۳\,mol\,SF_۴}{۶\,mol\,OF_۲} \times \frac{۱۰۸\,g\,SF_۴}{۱\,mol\,SF_۴} = ۸۱\,g$$

$$?\,g\,SO_۲ = ۸۱\,g\,OF_۲ \times \frac{۱\,mol\,OF_۲}{۵۴\,g\,OF_۲} \times \frac{۲\,mol\,SO_۳}{۶\,mol\,OF_۲} \times \frac{۸۰\,g\,SO_۳}{۱\,mol\,SO_۳} = ۴۰\,g$$

بر این اساس، داریم:

$$\text{تفاوت جرم فراورده‌ها} = ۸۱ - ۴۰ = ۴۱\,g$$

بر اساس محاسبات بالا، تفاوت جرم فراورده‌های این واکنش برابر ۴۱ گرم است. برای محاسبهٔ مقدار خواسته شده در صورت سؤال با استفاده از یک روش سریع‌تر، می‌توان گفت به‌ازای مصرف هر ۶ مول از گاز $OF_۲(g)$ در این واکنش که جرمی معادل با ۳۲۴ گرم دارد، ۲ مول گاز گوگرد تری‌اکسید (که جرمی معادل با ۱۶۰ گرم دارد) و ۳ مول گاز گوگرد تترافلوئورید (که جرمی معادل با ۳۲۴ گرم دارد) تولید می‌شوند.

به‌عبارتی، می‌توان گفت به‌ازای مصرف ۶ مول $OF_۲(g)$ در این واکنش، تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده برابر با ۱۶۴ گرم خواهد بود؛ پس داریم:

$$?\,g\,\text{تفاوت جرم} = ۸۱\,g\,OF_۲ \times \frac{۱\,mol\,OF_۲}{۵۴\,g\,OF_۲} \times \frac{۱۶۴\,g\,\text{تفاوت جرم}}{۶\,mol\,OF_۲} = ۴۱\,g$$

مخلوط گازی نهایی ایجاد شده در این فرایند، مجموعا ۱۲۱ = ۸۱ + ۴۰ گرم جرم دارد که ۴۰ گرم از آن توسط گاز گوگرد تری‌اکسید تشکیل شده است. بر این اساس، جرمی از گاز هلیم که باید به مخلوط گازی اضافه شود را محاسبه می‌کنیم:

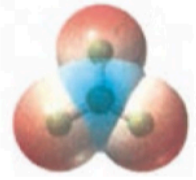
$$\text{درصد جرمی گاز } SO_۳ \text{ در مخلوط} = \frac{\text{جرم } SO_۳}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۳۲ = \frac{۴۰}{\text{جرم هلیم} + ۱۲۱} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم هلیم} = ۴\,g$$

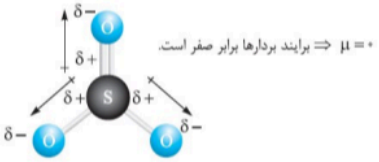
با توجه به محاسبات بالا، باید به مخلوط مورد نظر مقدار ۴ گرم گاز هلیم (معادل با ۱ مول گاز هلیم) اضافه کنیم تا درصد جرمی گاز $SO_۳$ در این مخلوط برابر با ۳۲٪ شود.

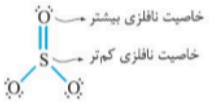
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷ تصویر زیر، نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول گوگرد تری‌اکسید را نشان می‌دهد:

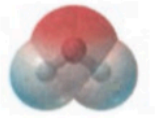






همان‌طور که مشخص است، اتم‌های اکسیژن (اتم‌های کناری) موجود در این مولکول دارای بار جزئی منفی هستند. نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های آمونیاک و آب نیز به‌صورت زیر است:





در این دو مولکول نیز اتم مرکزی دارای بار جزئی منفی بوده و با رنگ قرمز مشخص شده است. جدول زیر، بار جزئی اتم مرکزی را در سایر مولکول‌های داده شده را نشان می‌دهد:

مولکول	فرمول مولکولی	اتم مرکزی	بار جزئی اتم مرکزی	رنگ اتم مرکزی در نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی
کلروفرم	$CHCl_3$	کربن	مثبت	آبی
گوگرد دی‌اکسید	SO_2	گوگرد	مثبت	آبی
کربن دی‌اکسید	CO_2	کربن	مثبت	آبی
متان	CH_4	کربن	منفی	قرمز
کربونیل سولفید	SCO	کربن	مثبت	آبی
هیدروژن سولفید	H_2S	گوگرد	منفی	قرمز

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸ مواد کووالانسی، اغلب درجه سختی بسیار بالایی دارند. البته، توجه داریم که گرافیت با اینکه یک جامد کووالانسی است، امّا ماده‌ای نرم است. سیلیس نیز یک جامد کووالانسی است؛ بنابراین دیرگداز بوده و سختی بالایی دارد. این ماده برخلاف جامدهای یونی مانند منیزیم کلرید، در حالت مذاب نارسانا است و جریان الکتریسیته را از خود عبور نمی‌دهد.

مروری بر ویژگی‌های سیلیس:

سیلیس یک جامد کووالانسی است که در آن تعداد بسیار زیادی از اتم‌ها توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده و یک شبکه غول‌آسا را به وجود آورده‌اند؛ به‌همین خاطر در ساختار این ماده مولکول‌های مجزا وجود ندارند. برای ذوب‌کردن 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، نقطه ذوب بالایی دارند. به‌عنوان مثال، پخته‌شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس و دیرگدازبودن آن دانست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مواد اولیه 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 اولیه استفاده شده برای ساختن این مواد را نشان می‌دهد:



۲) گرافیت یک جامد کووالانسی سیاه‌رنگ و کدر است که چینش اتم‌های کربن در آن به‌صورت دو بعدی است. در واقع، 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 سازنده گرافیت نیروی ضعیف وان‌درواسی وجود دارد، این لایه‌ها می‌توانند به‌راحتی بر روی یکدیگر بلغزند و به‌همین خاطر، گرافیت برخلاف الماس ماده بسیار نرمی است. ید نیز یک ماده نافلزی است که به شکل مولکول‌های دواتمی جورهسته دیده می‌شود و در حالت جامد، سطحی کدر خواهد داشت.

۴) فراوان‌ترین عنصر موجود در پوسته جامد زمین اکسیژن است. پس از اکسیژن، سیلیسیم بیشترین فراوانی را در پوسته جامد زمین دارد. توجه داریم که سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود افزون بر عناصر کربن و هیدروژن، اتم‌های اکسیژن نیز دارد و از پسماند گیاهان به وجود می‌آید. به عنوان مثال، اتانول نوعی سوخت سبز است. علاوه بر سوخت‌های سبز، اتم اکسیژن در ساختار آنزیم‌ها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و آمینواسیدها نیز یافت می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

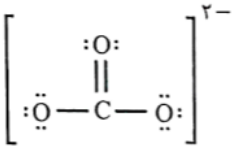
۲۹ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: فرمول شیمیایی یون کربنات به‌صورت CO_3^{2-} است. بین اتم‌های کربن و اکسیژن در این یون چند اتمی، پیوند کووالانسی وجود داشته و خصلت نافلزی اکسیژن در آن بیشتر از کربن است؛ درنتیجه به اتم مرکزی(اتم کربن)، بار جزئی مثبت(δ^+) تعلق می‌گیرد. عدد اکسایش اکسیژن در این یون، برابر با ۲- است. بر این اساس می‌توان عدد اکسایش کربن را به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$CO_3^{2-} \Rightarrow C + 3(-2) = -2 \Rightarrow C = +4$$

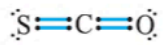
با توجه به محاسبات بالا، عدد اکسایش کربن در این یون برابر با ۴+ است. تصویر زیر، ساختار لوویس یون کربنات را نشان می‌دهد:



پ: الکترون‌های ظرفیتی هر فلز در تشکیل دریای الکترونی موجود در بلور آن فلز شرکت می‌کنند. به عنوان مثال، فلز مس($_{29}Cu$) با آرایش الکترونی $[Ar]3d^{10}4s^1$ را درنظر بگیرید. در ساختار بلوری فلز مس، الکترون‌های لایه آخر(لایه چهارم) و لایه یکی مانده به آخر(زیرلایه d از لایه سوم) مجموعاً الکترون‌های ظرفیت را تشکیل می‌دهند.

پ: اغلب فلزهای واسطه با اعداد اکسایش مختلفی در ترکیب‌های گوناگون ظاهر می‌شوند و یون‌های حاصل از این عناصر نیز اغلب رنگی هستند. وانادیم یکی از عناصر موجود در دسته d از تناوب چهارم است که می‌تواند یون‌هایی با رنگ متفاوت را ایجاد کند. محلولی از وانادیم که به رنگ سبز دیده می‌شود، حاوی یون‌های V^{3+} است. آرایش الکترونی این یون به‌صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$ است. با توجه به آرایش الکترونی نوشته شده، در این یون ۴ زیرلایه ۲ الکترونی وجود دارد.

ت: چون خاصیت نافلزی گوگرد و اکسیژن بیشتر از کربن است، در مولکول کربونیل سولفید، اتم گوگرد و اتم اکسیژن بار جزئی منفی داشته و اتم کربن بار جزئی مثبت دارد. از آن‌جا که در یک گونه خنثی، مجموع مقدار بار مثبت و منفی تعلق گرفته به اتم‌ها برابر است، بنابراین قدر مطلق مقدار بار اتم کربن برابر با مجموع قدر مطلق بار اتم گوگرد و اکسیژن خواهد بود. با توجه به توضیحات داده شده، می‌توان گفت در مولکول مورد نظر قدر مطلق بار نسبی اتم کربن بیشتر از قدر مطلق بار نسبی دو اتم دیگر است. ساختار مولکول مورد نظر به‌صورت زیر است:



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۰ برای محاسبهٔ تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در یک ترکیب آلی، به‌ازای هر حلقه و یا هر پیوند دوگانه، ۲ اتم هیدروژن و به‌ازای هر پیوند سه‌گانه نیز ۴ اتم هیدروژن از ترکیب کم می‌کنیم. ترکیب مورد نظر در ساختار مولکولی خود دارای ۱۵ اتم کربن، ۳ حلقه، ۷ پیوند دوگانه و ۳ اتم اکسیژن است، پس فرمول مولکولی آن به‌صورت $C_{15}H_{12}O_3$ خواهد بود. در رابطه با این ترکیب، داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن در } C_{15}H_{12}O_3 = \frac{\text{جرم مولی کربن} \times 15}{\text{جرم مولی } C_{15}H_{12}O_3} \times 100 = \frac{12 \times 15}{240} \times 100 = \text{درصد } 75$$

اطلاعات مربوط به مولکول اوره به‌صورت زیر است:

نام ماده	فرمول شیمیایی	ساختار	نوع ماده	حلال مناسب
اوره	$CO(NH_2)_2$		مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)

در رابطه با اوره نیز داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن در } CO(NH_2)_2 = \frac{\text{جرم مولی کربن} \times 1}{\text{جرم مولی } CO(NH_2)_2} \times 100 = \frac{12 \times 1}{60} \times 100 = \text{درصد } 20$$

در قدم آخر، درصد جرمی کربن را در دو ترکیب داده شده مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{\text{درصد جرمی کربن در } C_{15}H_{12}O_3}{\text{درصد جرمی کربن در } CO(NH_2)_2} = \frac{75}{20} = \text{برابر } 3/75$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱ معادله موازنه‌شده واکنش به‌صورت زیر است:

$$2CH_4(g) + 2NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2HCN(g) + 6H_2O(g)$$

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

$$?\,g\,NH_3 = 96\,g\,O_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} \times \frac{2\,mol\,NH_3}{3\,mol\,O_2} \times \frac{17\,g\,NH_3}{1\,mol\,NH_3} = 34g$$

در نتیجه مقدار آمونیاک مصرف شده برابر با ۳۴ گرم خواهد بود. همچنین با توجه به ساختار لوویس فراورده‌های تولید شده، می‌توان گفت که گشتاور دوقطبی مولکول‌های آب(H_2O) و هیدروژن سیانید(HCN) بزرگتر از صفر است. ساختار لوویس این مواد به‌صورت زیر است:



نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی آب نیز به‌صورت 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.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

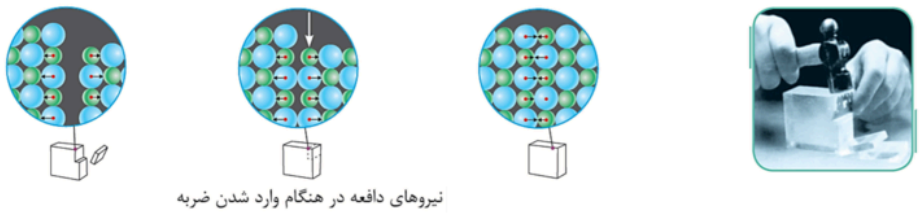
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۲ 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 شبکهٔ 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. توجه داریم که نسبت میان عدد کوئوردیناسیون یون‌ها در شبکه بلوری یک ماده، هیچ رابطه‌ای با شعاع یون‌های موجود در بلور آن ماده ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) 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.

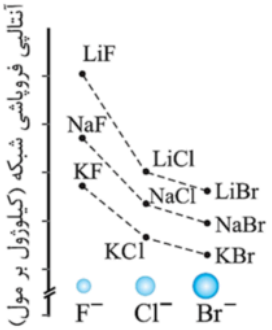
تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



نیروهای دافعه در هنگام وارد شدن ضربه

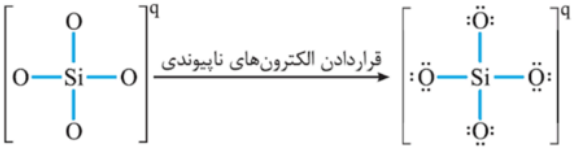
توجه داریم که علاوه بر ترکیب‌های یونی، مواد کووالانسی و مواد جامد مولکولی(مثل یخ، ید، گوگرد و ...) نیز در حالت جامد شکننده بوده و با وارد شدن نیرو به آن‌ها، خرد می‌شوند.

۲) 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.

۳) سیسلسیم، از جمله عناصر اکسیژن‌دوست بوده و با قرار گرفتن در کنار اتم سیلیسیم، می‌تواند یون سیلیکات را ایجاد کند. علاوه بر سیلیسیم، گوگرد و فسفر نیز از جمله عناصر اکسیژن‌دوست موجود در جدول دوره‌ای به شمار رفته و در کنار اکسیژن، برخی از یون‌های چنداتمی را ایجاد می‌کنند. ابتدا با توجه به ساختار لوویس یون سیلیکات، بار آن را تعیین می‌کنیم:



بار آنیون = مجموع الکترون‌های ظرفیتی − تعداد کل الکترون‌های ناپیوندی و پیوندی $= [(۴ \times ۶) + ۴] - [(۴ \times ۶) + (۴ \times ۲)] = -۴$

در نتیجه فرمول شیمیایی ترکیب یونی کلسیم سیلیکات به‌صورت Ca_2SiO_4 بوده و نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها در آن برابر ۲ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

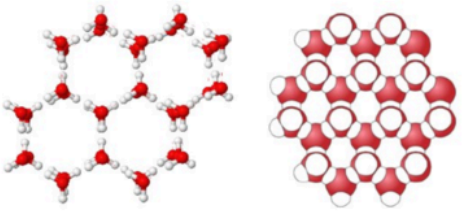
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۳ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

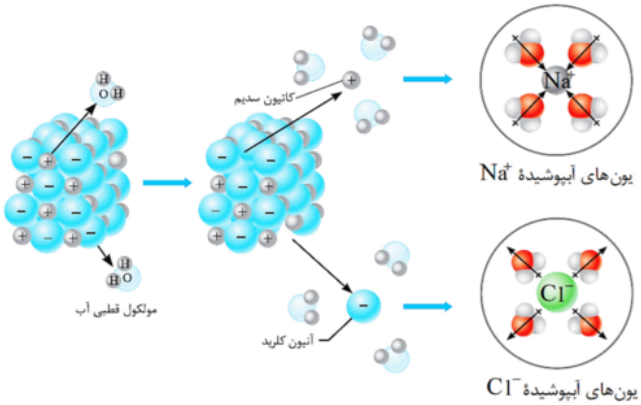
آ: در سلول نورالکتروشیمیایی استفاده شده به منظور تهیه گاز هیدروژن از آب، تیغه آندی با استفاده از سیلیسیم ساخته می‌شود. این تیغه به مرور زمان دچار اکسایش شده و به سیلیس تبدیل می‌شود. سیلیسیم و سیلیس، هر دو همانند گرافیت، از جامدهای کووالانسی هستند.

ب: در بلور یخ، هر مولکول آب دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن دارد. هر اتم اکسیژن به ۲ اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر و هر اتم هیدروژن به یک اتم اکسیژن از مولکول دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است. با توجه به توضیحات داده شده، در بلور یخ هر مولکول آب با ۴ پیوند هیدروژنی در ارتباط با ۴ مولکول آب دیگر قرار می‌گیرد. تصویر زیر نمایی از بلور یخ را نشان می‌دهد:



پ: در ساختار گوگرد دی‌اکسید، به علت وجود جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم گوگرد(اتم مرکزی)، هسته اتم‌ها بر روی یک خط راست قرار نمی‌گیرند و به همین خاطر است که گشتاور دو قطبی این مولکول بیشتر از صفر می‌شود. در نقطه مقابل، در ساختار کربونیل سولفید(SCO)، هسته هر سه اتم سازنده بر روی یک خط راست قرار گرفته و به همین خاطر، می‌توان گفت این مولکول ساختار خطی دارد.

ت: 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 ماده 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 اتم اکسیژن(سر منفی مولکول آب) به کاتیون‌ها و از سمت اتم‌های هیدروژن(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.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴ معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$N_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲NO(g)$$

در این واکنش شیمیایی، به ازای مصرف یک مول گاز اکسیژن(معادل با ۳۲ گرم اکسیژن) و یک مول گاز نیتروژن(معادل با ۲۸ گرم گاز نیتروژن)، ۲ مول گاز نیتروژن مونوکسید به عنوان فراورده تولید می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت به ازای ۴ گرم تفاوت در جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف شده، ۲ مول فراورده در این واکنش تولید می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، داریم:

$$?\,g\ NO = ۰/۵\ g \times \frac{\text{تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌ها}}{۴\ g} \times \frac{۲\ mol\ NO}{} \times \frac{۳۰\ g\ NO}{۱\ mol\ NO} = ۷/۵\ g$$

پنتین، عضوی از خانواده آلکین‌ها با فرمول شیمیایی $C_۵H_۸$ است. می‌خواهیم با افزودن مقداری پنتین به ۷/۵ گرم گاز نیتروژن مونوکسید، مخلوطی بدست بیاوریم که درصد جرمی گاز ناقطبی(بخار پنتین) در آن برابر با ۸۵ درصد باشد. جرم پنتین اضافه شده به این مخلوط را برابر با x گرم در نظر می‌گیریم. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی پنتین} = \frac{\text{جرم پنتین}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۵ = \frac{x}{x + ۷/۵} \times ۱۰۰ \Longrightarrow x = ۴۲/۵\ g$$

در قدم بعد، شمار مول‌های بخار پنتین را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ C_۵H_۸ = ۴۲/۵\ g\ C_۵H_۸ \times \frac{۱\ mol\ C_۵H_۸}{۶۸\ g\ C_۵H_۸} = ۰/۶۲۵\ mol$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۵ آهن موجود در آهن(III) اکسید را با استفاده از گرافیت، آلومینیم، سدیم و یا گاز کربن مونوکسید می‌توان استخراج کرد. در همه این واکنش‌ها، به ازای مصرف شدن یک مول $Fe_۲O_۳$، دو مول فلز آهن تولید می‌شود. بر این اساس، فرایند کلی استخراج آهن را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$Fe_۲O_۳(s) \rightarrow ۲Fe(s)$$

بر این اساس، جرم فلز آهن تولید شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ g\ Fe = ۵۰۰\ g\ Fe_۲O_۳ \times \frac{۱\ mol\ Fe_۲O_۳}{۱۶۰\ g\ Fe_۲O_۳} \times \frac{۲\ mol\ Fe}{۱\ mol\ Fe_۲O_۳} \times \frac{۵۶\ g\ Fe}{۱\ mol\ Fe} = ۳۵۰\ g$$

بر اثر مخلوط کردن ۳۵۰ گرم فلز آهن با مقداری فلز منیزیم، آلیاژی بدست آمده که درصد جرمی منیزیم در آن برابر با ۳۰٪ است. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی منیزیم} = \frac{\text{جرم منیزیم}}{\text{جرم آهن} + \text{جرم منیزیم}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow ۳۰ = \frac{x\ g\ Mg}{x\ g\ Mg + ۳۵۰\ g\ Fe} \times ۱۰۰ \Longrightarrow x = ۱۵۰\ g\ Mg$$

$$?\ mol\ Mg = ۱۵۰\ g\ Mg \times \frac{۱\ mol\ Mg}{۲۴\ g\ Mg} = ۶/۲۵\ mol$$

همانطور که گفتیم، از واکنش‌های زیر می‌توان برای استخراج آهن از ساختار $Fe_۲O_۳$ استفاده کرد:

$$Fe_۲O_۳(s) + ۶Na(s) \rightarrow ۳Na_۲O(s) + ۲Fe(s) \qquad ۲Fe_۲O_۳(s) + ۳C(s) \xrightarrow{\Delta} ۴Fe(s) + ۳CO_۲(g)$$

$$Fe_۲O_۳(s) + ۳CO(g) \rightarrow ۲Fe(s) + ۳CO_۲(g) \qquad Fe_۲O_۳(s) + ۲Al(s) \rightarrow Al_۲O_۳(s) + ۲Fe(l)$$

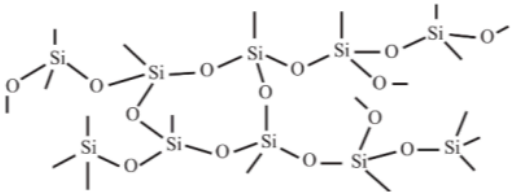
با توجه به معادله این واکنش‌ها، می‌توان گفت واکنش‌پذیری کربن، سدیم و آلومینیم از فلز آهن بیشتر است. از آنجا که دسترسی به کربن در مقایسه با سدیم آسان‌تر بوده و استفاده از این عنصر صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه همانند همه‌ی شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از کربن استفاده می‌شود. توجه داریم که آهن(III) اکسید مصرف شده در مراحل استخراج آهن، به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می‌رود. در واقع، این ماده نوعی رنگدانه است که همه پرتوهای الکترومغناطیسی مرئی تابیده شده به سمت خود را جذب کرده و فقط پرتوهای مرئی قرمز رنگ را بازتاب می‌کند و به همین خاطر است که به رنگ قرمز دیده می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶ سیلیس یا سیلیسیم دی‌اکسید(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 کربن دی‌اکسید، 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 کربن دی‌اکسید(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، نقطه 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) اتم اکسیژن در بلور سیلیس و یا مولکول کربن دی‌اکسید، توسط دو جفت الکترون پیوندی به اتم‌های دیگر متصل شده‌است که در مقایسه با این عنصر، خاصیت نافلزی کمتری دارند. بر این اساس، می‌توان گفت عدد اکسایش اتم اکسیژن در بلور سیلیس و مولکول کربن دی‌اکسید، برابر با ۲- است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

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



نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی کربونیل سولفید نیز به صورت زیر است:



در این مولکول، ترتیب شعاع اتم‌ها به صورت $S > C > O$ بوده و بار جزئی منفی($\delta-$) غالب، بر روی اتم اکسیژن با خاصیت نافلزی بیشتر قرار دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

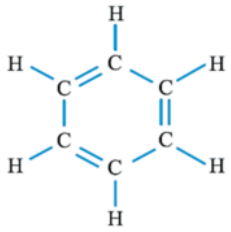
۱ گرافیت، از صفحات دوبعدی تشکیل شده که از هم فاصله دارند، در نتیجه چگالی آن از الماس که در آن هر اتم کربن با ۴ اتم کناری خود پیوند کووالانسی دارد، کمتر است. از طرف دیگر، گرافیت آلوتروپ پایدارتر کربن است. در جدول زیر مهمترین ویژگی‌های الماس و گرافیت آمده است:

آلوتروپ	الماس	گرافیت
نوع جامد	کووالانسی سه بعدی	کووالانسی دو بعدی
ویژگی ظاهری	شفاف	تیره
سختی یا نرمی	بسیار سخت	نسبتا نرم
نقطه ذوب	بالا	بالا
رسانایی الکتریکی در حالت جامد	ندارد	دارد
رسانایی گرمایی در حالت جامد	دارد	ندارد
چگالی	بیشتر	کمتر
پایداری	ناپایدارتر	پایدارتر
قدرمطلق آنتالپی سوختن	بیشتر	کمتر

۲ فرمول عمومی اسیدهای چرب با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است. اگر تعداد اتم‌های هیدروژن یک اسید چرب برابر با ۳۰ عدد باشد، فرمول شیمیایی این اسید به صورت $C_{15}H_{30}O_2$ بوده و درصد جرمی اکسیژن در آن برابر خواهد بود با:

$$\text{درصد جرمی اکسیژن} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم اسیدچرب}} \times ۱۰۰ = \frac{(۲ \times ۱۶) \times ۱۰۰}{(۱۵ \times ۱۲) + (۳۰ \times ۱) + (۲ \times ۱۶)} = \frac{۳۲۰۰}{۲۴۲} \simeq ۱۳/۲ \text{ درصد}$$

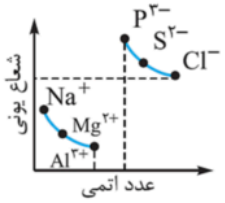
۳ نسبت شمار پیوندهای $C = C$ به پیوندهای $C - C$ در ساختار گرافیت و بنزن به ترتیب برابر $\frac{۲}{۴} = ۰/۵$ و $\frac{۳}{۳} = ۱$ است. ساختار مولکولی بنزن به عنوان سرگروه خانواده ترکیب‌های آروماتیک به صورت زیر است:



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۸ از میان آنیون‌های موجود در یک دوره، با افزایش بار یون‌ها، شعاع آن‌ها بیشتر می‌شود. به عنوان مثال، مقایسه شعاع آنیون‌های موجود در تناوب دوم به صورت $_{۹}F^{-} < {}_{۸}O^{۲-} < {}_{۷}N^{۳-}$ است. از میان کاتیون‌های موجود در یک دوره، با افزایش بار یون‌ها، شعاع آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، مقایسه کاتیون‌های موجود در تناوب سوم به صورت $_{۱۱}Na^{+} > {}_{۱۲}Mg^{۲+} > {}_{۱۳}Al^{۳+}$ است. البته، توجه داریم که شمار لایه‌های الکترونی موجود در آنیون‌های یک دوره، یکی بیشتر از شمار لایه‌های الکترونی کاتیون‌های موجود در آن دوره است و به همین خاطر، شعاع آنیون‌های موجود در هر دوره به طور کلی بیشتر از کاتیون‌های موجود در آن دوره است. نمودار زیر، روند تغییر شعاع یون‌ها در تناوب سوم را نشان می‌دهد:

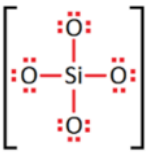


با توجه به نمودار بالا، شعاع یون $_{۱۵}P^{۳-}$ از شعاع یون $_{۱۷}Cl^{-}$ بیشتر است. از جهتی یون $_{۱۳}Al^{۳+}$ نیز در مقایسه با یون $_{۱۱}Na^{+}$ شعاع یونی کوچک‌تری دارد، پس تفاوت شعاع یون فسفید و یون آلومینیم، در مقایسه با تفاوت شعاع یون کلرید و یون سدیم بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ به انرژی لازم برای فروپاشی شبکهٔ بلوری یک مول جامد یونی در فشار ثابت و تبدیل آن به یون‌های گازی مجزا، آنتالپی فروپاشی شبکه گفته می‌شود. مقدار آنتالپی فروپاشی شبکه هر ترکیب یونی در مقیاس کیلوژول بر مول گزارش می‌شود. در بلور منیزیم کلرید($MgCl_۲$)، همانند بلور سدیم سولفید($Na_۲S$)، مجموع قدرمطلق بارهای الکتریکی یون‌ها با هم برابر و معادل ۳ است؛ پس برای مقایسه آنتالپی فروپاشی این دو ترکیب، باید شعاع یونی ذرات سازنده آن‌ها را با هم مقایسه کنیم. از میان آنیون‌های حاصل از عناصر موجود در یک تناوب، با افزایش عدد اتمی، شعاع یونی کاهش پیدا می‌کند. به طریق مشابه، از میان کاتیون‌های حاصل از عناصر موجود در یک تناوب نیز با افزایش عدد اتمی، شعاع یونی کاهش پیدا می‌کند. بر این اساس، می‌توان گفت یون کلرید در مقایسه با یون سولفید شعاع کوچک‌تری داشته و یون منیزیم نیز در مقایسه با یون سدیم شعاع کوچک‌تری دارد. بر این اساس، می‌توان گفت آنتالپی فروپاشی شبکه منیزیم کلرید، بیشتر از آنتالپی فروپاشی شبکه سدیم سولفید است.

۳ نسبت میان شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به شمار جفت الکترون‌های پیوندی در یون سیلیکات با فرمول شیمیایی $SiO_۴^{۴-}$، برابر با ۳ است. توجه داریم که مقدار این نسبت در $SO_۳$، برابر با ۲ می‌شود. ساختار یون سیلیکات به صورت زیر است:



۴ گالیم، یک عنصر فلزی از تناوب چهارم و گروه شماره ۱۳ جدول دوره‌ای بوده و در واکنش با عناصر نافلزی، ۳ الکترون از دست می‌دهد. معادله واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

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

با توجه به معادله 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.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۹ ابتدا گرمای داده شده به نمونه آب را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Longrightarrow Q = ۵۰۰ \times ۴ \times ۹۰ \Longrightarrow Q = ۱۸۰۰۰۰\ J \Longrightarrow Q = ۱۸۰\ kJ$$

ظرفیت گرمایی(C) یک جسم، به مقدار جرم(m) آن جسم وابسته است. دانشمندان برای از بین بردن این وابستگی، مفهوم ظرفیت گرمایی ویژه یا همان گرمای ویژه(c) را معرفی کردند. ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده، معادل با مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از آن ماده به اندازه یک درجه سانتی گراد است. مقدار گرمای ویژه مواد مختلف را با نماد c نشان می‌دهند. از رابطه زیر، برای بررسی میزان تغییر دمای یک جسم($\Delta\theta$) با ظرفیت گرمایی ویژه c و جرم m گرم بر حسب میزان گرمای مبادله شده توسط آن جسم(Q) استفاده می‌شود:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \Longrightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{m \cdot c}$$

توجه داریم که گرمای ویژه(c) یک جسم را می‌توان معادل با ظرفیت گرمایی(C) یک گرم از آن ماده در نظر گرفت. با توجه به توضیحات داده شده، رابطه میان ظرفیت گرمایی(C) و گرمای ویژه(c) یک نمونه از ماده به جرم m گرم، به صورت مقابل است:

$$C = m \cdot c$$

معادله فروپاشی شبکه بلوری منیزیم اکسید(MgO)، به صورت مقابل است: $MgO(s) + ۳۶۰۰\ kJ \longrightarrow Mg^{۲+}(g) + O^{۲-}(g)$

انرژی لازم برای تبدیل یک مول جامد یونی به یون‌های گازی سازنده آن در فشار ثابت، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور ترکیب یونی را نشان می‌دهد. در این فرآیند، به شبکه بلور انرژی داده می‌شود؛ درنتیجه این فرایند واکنشی گرماگیر($\Delta H > ۰$) است، یعنی سطح انرژی فراورده‌های تولید شده در آن(یون‌های گازی)، بیشتر از سطح انرژی واکنش‌دهنده مصرف شده(جامد یونی) بوده و پایداری آن، کمتر از واکنش‌دهنده است. برای مثال، واکنش مربوط به فروپاشی شبکه بلور سدیم کلرید به صورت زیر است:

$$NaCl(s) + ۷۸۷\ kJ \rightarrow Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)$$

همانطور که گفتیم، در این واکنش یون‌های گازی، انرژی بیشتری(پایداری کمتری) نسبت به جامد یونی دارند.

به ازای فروپاشی بلور یک مول منیزیم اکسید با استفاده از ۳۶۰۰ کیلوژول انرژی، مقدار ۲ مول یون گازی حاصل می‌شود. بر این اساس، می‌توان شمار یون‌های گازی تولید شده به ازای دادن ۱۸۰ کیلوژول گرما به این ماده را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{تعداد یون} = ۱۸۰\ kJ \text{ گرما} \times \frac{۱\ mol\ MgO}{۳۶۰۰\ kJ \text{ گرما}} \times \frac{۲\ mol \text{ یون}}{۱\ mol\ MgO} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ یون}}{۱\ mol \text{ یون}} = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲} \text{ یون}\ ?$$

با توجه به محاسبات بالا، شمار یون‌های گازی تولید شده برابر با $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$ عدد است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۴۰ اگر هر یون را کره‌ای باردار درنظر بگیریم، چگالی بار هم‌ارز با نسبت اندازه بار به حجم آن یون است. چگالی بار، کمیتی است که برای مقایسه میزان برهمکنش میان یون‌ها به کار می‌رود. نسبت ساده‌تری که می‌توان به‌کار برد، نسبت مقدار بار به شعاع یون است. گوگرد با عدد اتمی ۱۶ دومین عنصر گروه شانزدهم بوده که در دوره سوم قرار دارد. آرایش الکترونی این اتم به‌صورت زیر است:

$$_{۱۶}S : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲}۳p^{۴}$$

همانطور که مشخص است، آرایش الکترونی این اتم به زیرلایه $۳p^{۴}$ ختم می‌شود. گوگرد با گرفتن ۲ الکترون و تبدیل شدن به یون سولفید($S^{۲-}$) در ترکیب‌های یونی شرکت می‌کند. حال با استفاده از فرمول، شعاع یون سولفید را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{چگالی بار} = \frac{\text{اندازه بار یون}}{\text{شعاع یون}} \Longrightarrow ۱/۰۸ \times ۱۰^{-۲} \frac{e}{pm} = \frac{۲}{\text{شعاع یون}} \Longrightarrow \text{شعاع یون} \approx ۱۸۵\ pm \cong ۰/۱۸۵\ nm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

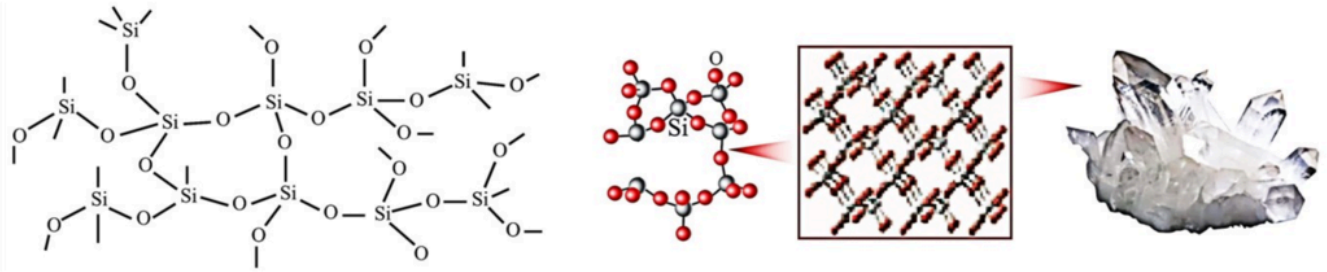
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۱ عبارت‌های (آ)، (پ)، (ت) و (ث) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: عناصر اصلی سازنده مواد کووالانسی، کربن و سیلیسیم هستند. از یکی از ایزوتوپ‌های کربن($_{6}^{12}C$)، به منظور ایجاد سنجه‌ای برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها(واحد amu) استفاده می‌شود.

ب: تصویر زیر، ساختار سیلیس را نشان می‌دهد:



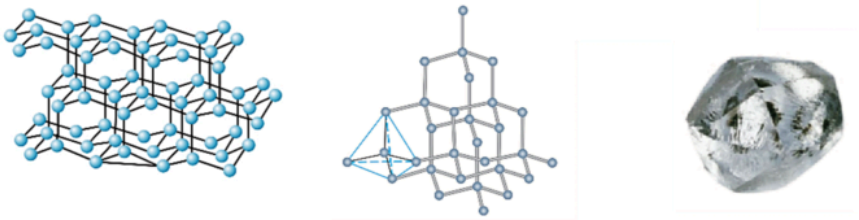
طبق تصویر، هر اتم سیلیسیم الکترون‌های خود را با ۴ اتم اکسیژن به اشتراک می‌گذارد.

سیلیس افزون برخاک‌های 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 مقاومت 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.

پ: در رابطه با گرافن، داریم:

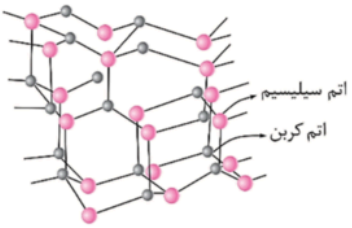


ت: الماس، آلوتروپ(دگرشکل) پرانرژی‌تر و ناپایدارتر عنصر کربن بوده که علاوه‌بر داشتن درجه سختی زیاد، رسانای خوب گرما نیز هست. ساختار این ماده به صورت زیر است:



شعاع اتم‌های کربن کمتر از شعاع اتم‌های سیلیسیم است و به همین دلیل، طول پیوند کربن-کربن نسبت به پیوند سیلیسیم-سیلیسیم کمتر بوده و آنتالپی پیوند آن بیشتر است. برای ذوب کردن جامدهای کووالانسی، باید به پیوند اشتراکی بین اتم‌ها غلبه کنیم. به دلیل قوی‌تر بودن این پیوندها در ساختار بلوری الماس، نقطه ذوب آن نسبت به سیلیسیم بالاتر است.

ث: تصویر زیر، ساختار سیلیسیم کربید را نمایش می‌دهد:



طبق تصویر، در سیلیسیم کربید، فقط پیوندهای یگانه $C-Si$ بین اتم‌ها یافت می‌شود. توجه داریم که از سیلیسیم کربید، در تهیه سنباده استفاده می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۲ عنصر ${}_{15}X$ معادل فسفر بوده که در گروه ۱۵ از دوره سوم قرار گرفته است. عنصر ${}_{9}Y$ نیز معادل فلوئور بوده که در گروه ۱۷ از دوره دوم قرار گرفته است. یک نمونه از گاز فلوئور از مولکول‌های دواتمی جور هسته F_2 تشکیل شده‌است. توزیع یکنواخت و متقارن الکترون‌ها در مولکول‌های دواتمی جورهسته، نشانه ناقطبی بودن آن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

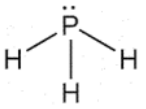
۱) فلوئور با اتم هیدروژن، ترکیب HF را تشکیل می‌دهد. فلوئور در بین عناصر جدول دوره‌ای، بیشترین خاصیت فلزی را دارد و به همین دلیل، الکترون‌های پیوندی را بیشتر به سمت خود می‌کشد و بار جزئی منفی پیدا می‌کند. توجه داریم که در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی، اتم‌هایی با بار جزئی منفی با رنگ قرمز و اتم‌هایی با بار جزئی مثبت، با رنگ آبی نمایش داده می‌شوند.

۲) از ترکیب اتم‌های فسفر و فلوئور مولکول PF_3 بدست می‌آید. تصویر زیر، ساختار مولکول‌های SO_3 و PF_3 را نمایش می‌دهد:



در مولکول گوگرد تری‌اکسید، اتم مرکزی فاقد الکترون ناپیوندی است و به همین دلیل، ساختار آن به‌صورت مسطح است. در مولکول فسفر تری‌فلوئورید، اتم مرکزی الکترون ناپیوندی دارد و ساختار آن به‌صورت هرمی(برآمده) خواهد بود.

۴) ساختار لوویس مولکول PH_3 به‌صورت زیر است:



همانطور که مشخص است، اتم مرکزی این گونه الکترون ناپیوندی داشته و برخلاف متان، گونه‌ای قطبی است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۴۳ اگر هر یون را کره‌ای باردار درنظر بگیریم، چگالی بار هم‌ارز با نسبت اندازه بار به حجم آن است. این کمیت، برای مقایسه میزان برهمکنش میان یون‌ها به کار می‌رود. نسبت ساده‌تری که می‌توان به‌کار برد، نسبت مقدار بار به شعاع یون است. هرچه مجموع اندازه بار یون‌های یک ترکیب یونی بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی ترکیب آن بالاتر است. از طرفی هرچه شعاع یون‌های آن کوچک‌تر باشد، چگالی بار یون‌ها بیشتر بوده و آنتالپی فروپاشی آن ترکیب بالاتر است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) مجموع اندازه بار یون‌ها در ساختار ترکیب‌های سدیم کلرید، لیتیم اکسید و منیزیم اکسید به ترتیب برابر ۲، ۳ و ۴ است. بنابرین مقایسه آنتالپی فروپاشی آن‌ها به‌صورت زیر است:

$$MgO > Li_2O > NaCl$$

۲) مجموع اندازه بار یون‌ها در پتاسیم برمید، آلومینیم فلوئورید و منیزیم اکسید به ترتیب برابر ۲، ۴ و ۴ است. از طرفی شعاع یون آلومینیم کمتر از یون منیزیم و شعاع یون فلوئورید کمتر از یون اکسید است؛ بنابرین مقایسه آنتالپی فروپاشی آن‌ها به‌صورت زیر است:

$$AlF_3 > MgO > KBr$$

۳) اندازه بار کاتیون‌ها و آنیون‌های ترکیب‌های مطرح‌شده در این گزینه باهم برابر است. از طرفی مقایسه شعاع کاتیون‌ها به صورت $K^+ > Na^+ > Li^+$ و مقایسه شعاع آنیون‌ها به‌صورت $Br^- > Cl^- > F^-$ است. بنابرین آنتالپی فروپاشی لیتیم فلوئورید نسبت به هردو ترکیب دیگر بالاتر است.

۴) مجموع اندازه بار یون‌ها در کلسیم اکسید، پتاسیم کلرید و لیتیم کلرید به ترتیب برابر ۴، ۲ و ۲ است. از طرفی شعاع یون لیتیم کمتر از یون پتاسیم است بنابرین مقایسه آنتالپی فروپاشی آن‌ها به‌صورت زیر است:

$$CaO > LiCl > KCl$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۴ در تصویر نشان داده شده، تعدادی مولکول مجزا وجود دارد، پس این تصویر مربوط به یک نوع ماده مولکولی است. در مولکول‌های داده شده، دو اتم به یکدیگر متصل بوده و این دو اتم، شعاع متفاوتی دارند؛ پس می‌توان گفت نوعی مولکول دواتمی ناجورهسته در این تصویر نشان داده شده است. اتین، نوعی هیدروکربن بوده و گشتاور دوقطبی آن برابر با صفر است درحالی که مولکول‌های دواتمی ناجورهسته گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ نسبت خاصیت نافلزی اتم‌ها، بار جزئی آن‌ها در ساختار مواد مولکولی را مشخص می‌کند. در مولکول‌های دواتمی ناجور هسته، اتم با شعاع بزرگ‌تر ممکن است بار جزئی مثبت و یا منفی داشته باشد. برای مثال، در مولکول‌های نیتروژن مونوکسید و هیدروژن کلرید، اتمی با شعاع بزرگ‌تر به ترتیب معادل با نیتروژن و کلر هستند و این دو اتم به ترتیب دارای بارهای جزئی مثبت و منفی هستند.

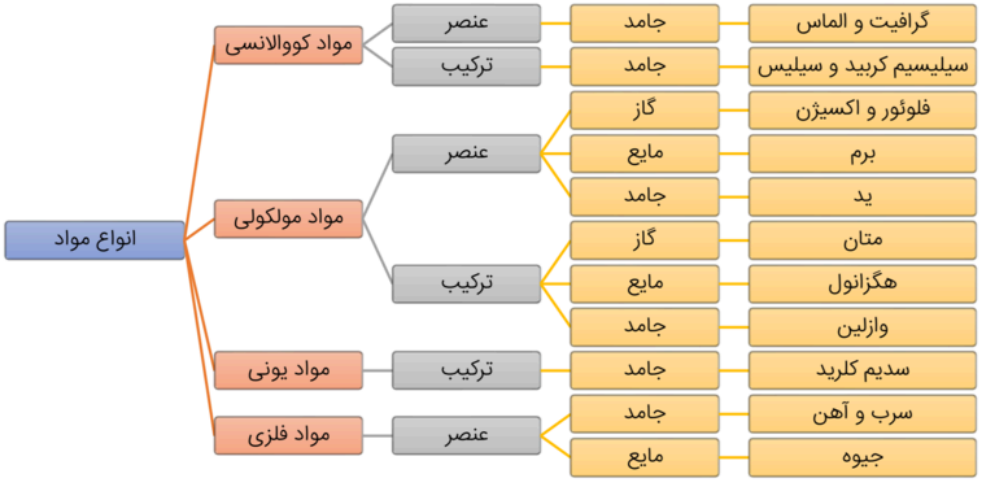
۳ سیلیسیم کربید، ساختاری مشابه الماس و سیلیسیم دارد و از آن در تهیه سنباده استفاده می‌شود. فرمول شیمیایی سیلیسیم کربید به صورت SiC بوده و این ماده نوعی جامد کووالانسی به شمار می‌رود. چون جامدهای کووالانسی در ساختار خود مولکول ندارند، برای توصیف این گروه از مواد، نمی‌توان از واژه جرم مولکولی استفاده کرد.

۴ بین دو ماده مولکولی، الزاما ماده‌ای که گشتاور دوقطبی بیشتری دارد، دمای جوش بالاتری نخواهد داشت؛ چراکه علاوه بر قطبیت، جرم مولی مواد نیز روی مقدار دمای جوش آن‌ها تاثیر دارد. برای مثال، ید از ذرات ناقطبی ساخته شده است اما چون جرم مولی خیلی بالایی دارد، دمای جوش یک نمونه از آن در مقایسه بسیاری از مواد قطبی مثل هیدروژن کلرید و هیدروژن فلوئورید بالاتر است.

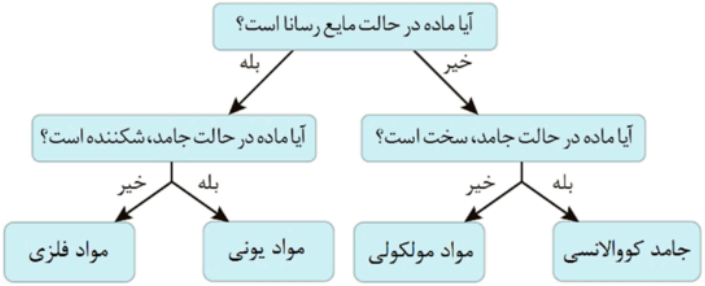
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۵ نمودار زیر، یک دسته‌بندی کلی از انواع مواد بلوری را نشان می‌دهد:



از الگوی زیر برای تشخیص انواع مواد از یکدیگر استفاده می‌شود:

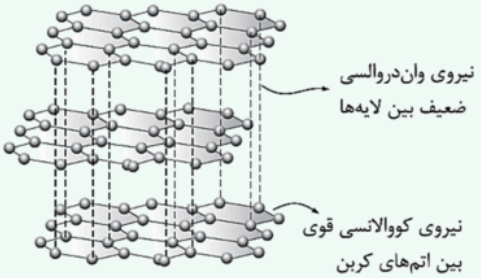


مواد کووالانسی و مواد مولکولی، در حالت مذاب(مایع) نارسانا بوده و جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند. مواد کووالانسی، مواد فلزی و مواد یونی نیز در حالت جامد درجه سختی بالایی دارند. بر این اساس، می‌توان گفت ماده‌ای که در حالت مذاب نارسانا بوده و در حالت جامد نیز درجه سختی بسیار بالایی دارد، معادل با یک جامد کووالانسی است. البته، این ماده نمی‌تواند معادل با گرافیت باشد، چراکه گرافیت درجه سختی بالایی ندارد. با توجه به توضیحات داده شده، عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: از آن‌جا که رسانایی الکتریکی فلزها و گرافیت توسط الکترون‌ها انجام می‌شود، به این مواد رسانای الکترونی می‌گویند. ماده مورد نظر نه معادل با گرافیت و نه معادل با عناصر فلزی است.

ساختار گرافیت به صورت زیر است:



با توجه به این تصاویر، 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 سازندهٔ گرافیت نیروی ضعیف وان‌درووالسی وجود دارد، این لایه‌ها می‌توانند به راحتی بر روی یکدیگر بلغزند و به همین خاطر، گرافیت برخلاف الماس مادهٔ بسیار نرمی است. بخاطر همین ویژگی گرافیت، از آن برای ساختن مغز مداد استفاده می‌شود. گرافیت برخلاف الماس رسانای قوی جریان الکتریسیته است، اما یک نمونهٔ خالص از این ماده، رسانایی گرمایی ندارد.

ب: اگر ماده مورد نظر معادل با سیلیس یا سیلیسیم کربید باشد، در ساختار آن اتم‌هایی از عناصر متفاوت وجود داشته و بر این اساس، نمی‌توان گفت شعاع همه ذرات موجود در ساختار بلوری این ماده، قطعا برابر با یکدیگر خواهد بود.

پ: عناصر اصلی سازنده جامدهای کووالانسی، کربن و سیلیسیم هستند. این دو عنصر متعلق به گروه ۱۴ جدول تناوبی بوده و در ساختار برخی از ترکیب‌های یونی مثل سدیم کربنات، کلسیم کربید، آمونیوم کربنات و کلسیم سیلیکات وجود دارند؛ درحالی که از این دو عنصر تاکنون یون تک اتمی در هیچ ترکیبی یافت نشده است.

ت: مواد کووالانسی، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌ها می‌شوند که توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند. چون این مواد در شرایط اتاق حالت جامد دارند، آن‌ها را با نام جامدهای کووالانسی نیز می‌خوانند. برای ذوب یک جامد کووالانسی باید پیوندهای اشتراکی میان اتم‌ها شکسته شود، پس دمای ذوب این مواد به طور کلی بالا بوده و به قدرت پیوندهای اشتراکی در آن‌ها وابسته است. این در حالی است که هیدروژن سولفید نوعی ماده مولکولی بوده و دمای ذوب بالایی ندارد.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

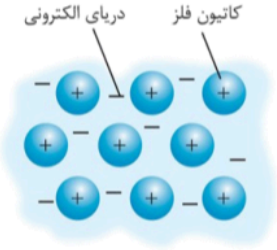
۴۶ عناصر A، E، D، J، G و K، به ترتیب معادل با لیتیم، منیزیم، کربن، سیلیسیم، نیتروژن و فسفر هستند. توجه داریم که از اتم کربن، یون تک‌اتمی یافت نمی‌شود اما اتم‌های این عنصر در ساختار برخی از مواد یونی مثل کربنات‌ها وجود دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون یون فسفید در مقایسه با یون نیترید شعاع بزرگ‌تر و چگالی بار کمتری دارد، پس می‌توان گفت یک نمونه از ترکیب لیتیم نیترید در مقایسه با لیتیم فسفید، آنتالپی فروپاشی شبکه بالاتر و دمای جوش بیشتری دارد.

در یک گروه از جدول تناوبی، با حرکت از بالا به پایین، تعداد لایه‌های الکترونی موجود در یون‌ها بیشتر شده و به همین خاطر، شعاع یونی عناصر افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، مقایسه شعاع یونی کاتیون‌های حاصل از عناصر گروه اول به صورت $Cs^+ > Rb^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$ و مقایسه شعاع یونی آنیون‌های حاصل از عناصر گروه هفدهم (هالوژن‌ها) به صورت $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$ است. بر این اساس، می‌توان گفت در یک گروه از جدول تناوبی با حرکت از بالا به پایین، شعاع یون‌ها افزایش پیدا می‌کند، در حالی که بار الکتریکی آن‌ها ثابت باقی می‌ماند. بر این اساس، در یک گروه از جدول تناوبی با حرکت از بالا به پایین، چگالی بار یون‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۳) منیزیم، نوعی عنصر فلزی است. 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:



براساس این مدل، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در هر اتم(الکترون‌های ظرفیتی) دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

۴) تیتانیم، عنصری از گروه شماره ۴ جدول دوره‌ای بوده و در هر اتم آن، همانند هر اتم سیلیسیم، ۴ الکترون ظرفیتی وجود دارد.

تیتانیم($_{۲۲}Ti$) یکی از عناصر موجود در دسته d تناوب چهارم جدول دوره‌ای است که به خاطر ویژگی‌های باورنکردنی و فراتر از انتظار مثل ماندگاری و استحکام مناسب، از آن در جاهای مختلفی مثل ساخت موتور جت، پروانه کشتی‌های اقیانوس‌پیما و نمای زیبای ساختمان‌ها استفاده می‌شود. اجسام ساخته شده از فلز تیتانیم، همانند فولاد زنگ‌نزن، مقاومت بسیار بالایی در برابر سایش دارند. با توجه به زیبایی ظاهری تیتانیم و مقاومت بالای این فلز در مقابل خوردگی و سایش، ساخت بناهایی از جمله موزه گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیم، باعث افزایش ماندگاری این بناها شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۷ فرمول شیمیایی ترکیب مورد نظر به صورت $C_{۱۲}H_{۲۰}O_{۳}$ است. در رابطه با این ترکیب، عبارت‌های (پ) و (ث) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: در ساختار این ماده، ۳ اتم اکسیژن و روی هر اتم اکسیژن نیز ۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد، پس می‌توان گفت در ساختار این ماده مجموعا ۶ جفت الکترون پیوندی یافت می‌شود. این در حالی است که در ساختار اوره($CO(NH_۲)_۲$)، مجموعا ۴ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.

ب: نسبت درصد جرمی دو عنصر در ساختار یک ترکیب واحد، برابر با نسبت جرم آن دو عنصر در ماده مورد نظر است. در هر مول از این ماده، ۱۲ مول اتم کربن(معادل با ۱۴۴ گرم اتم کربن) و ۲۰ مول اتم هیدروژن(معادل با ۲۰ گرم اتم هیدروژن) وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت درصد جرمی کربن در این ماده، $\frac{۱۴۴}{۲۰} = ۷/۲$ برابر درصد جرمی هیدروژن در آن است.

پ: در ساختار کلسرول، همانند این ترکیب، یک حلقه پنج‌ضلعی کربنی مشاهده می‌شود. البته، توجه داریم که در ساختار کلسترول، سه حلقه کربنی شش‌ضلعی نیز یافت می‌شود.

کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیوارهٔ رگ‌ها رسوب می‌کند. این فرایند، منجر به گرفتگی رگ‌ها شده و سکته قلبی را به دنبال دارد. این ترکیب آلی دارای ۴ حلقهٔ کربنی و یک پیوند دوگانه در ساختار خود است؛ پس در دسته ترکیب‌های آلی سیرنشده قرار می‌گیرد. با توجه به گروه عاملی هیدروکسیل موجود در کلسترول، این ترکیب یک الکل سیرنشده محسوب می‌شود.

ت: در ساختار ماده مورد نظر، ۱۲ پیوند $C-C$، ۱۹ پیوند $C-H$ و دو پیوند $C=O$ وجود دارد.

ث: در ساختار ترکیب داده شده، یک عامل اسیدی وجود دارد. عاملی اسیدی موجود در این ماده در شرایط مناسب با نوعی الکل مثل اتانول واکنش داده و یک ترکیب استری را ایجاد می‌کند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۸ معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:

$$۲MnO_۲(s) + Zn(s) \rightarrow ZnO(s) + Mn_۲O_۳(s)$$

نمونه فلز روی مصرف شده در این واکنش شیمیایی، ناخالص است. ابتدا می‌توان مقدار خالص فلز روی مصرف شده را با توجه به درصد خلوص این فلز به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۳۲/۵ = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{۸۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم ماده خالص} = ۲۶\ g$$

جرم روی اکسید تولید شده را می توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$?\ g\ ZnO = ۲۶\ g\ Zn \times \frac{۱\ mol\ Zn}{۶۵\ g\ Zn} \times \frac{۱\ mol\ ZnO}{۱\ mol\ Zn} \times \frac{۸۱\ g\ ZnO}{۱\ mol\ ZnO} = ۳۲/۴\ g$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم روی اکسید تولید شده برابر با ۳۲/۴ گرم است. در قدم بعد، جرم نمونه نهایی که درصد جرمی روی اکسید در آن برابر با ۸۱٪ شده است را محاسبه می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی } ZnO = \frac{\text{جرم } ZnO}{\text{جرم نمونه}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۱ = \frac{۳۲/۴\ g\ ZnO}{x\ g\ \text{نمونه}} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۴۰\ g$$

جرم نمونه نهایی برابر با ۴۰ گرم بوده و از این مقدار، ۳۲/۴ گرم مربوط به روی اکسید است. بر این اساس، می‌توان گفت جرم کلسیم اکسید اضافه شده به روی اکسید برابر با ۷/۶ گرم است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۹ معادله واکنش سوختن پنتان به صورت زیر است:

$$C_۵H_{۱۲} + ۸O_۲ \rightarrow ۵CO_۲ + ۶H_۲O$$

با توجه به معادله این واکنش، یک مول پنتان(معادل با ۷۲ گرم پنتان)، در حضور ۸ مول گاز اکسیژن(معادل با ۲۵۶ گرم گاز اکسیژن) در واکنش سوختن شرکت کرده و مصرف می‌شود. طبق فرض سوال، در انتهای کار ۵۰٪ از مقدار اولیه پنتان در ظرف واکنش باقی می‌ماند، پس می‌توان گفت مقدار اولیه پنتان در شرایط فرض شده معادل با ۱۴۴ گرم بوده است. بر این اساس، در یک مخلوط ۴۰۰ = ۱۴۴ + ۲۵۶ گرمی از پنتان و اکسیژن، جرقه ایجاد شده و در نهایت مقداری فراورده تولید شده و مقداری پنتان نیز در ظرف باقی مانده است. با توجه به توضیحات داده شده، درصد جرمی گاز اکسیژن را در مخلوط گازی اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی اکسیژن} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۵۶\ g}{۴۰۰\ g} \times ۱۰۰ = \text{درصد } ۶۴$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۵۰ فراوان‌ترین عنصر موجود در پوسته جامد زمین، اکسیژن بوده و پس از آن، دومین عنصر فراوان موجود در پوسته جامد زمین معادل با سیلیسیم است؛ به طوری‌که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰ درصد پوسته جامد زمین را تشکیل داده است. اکسیژن($_8O$) در دمای اتاق، نافلزی گازی شکل بوده و در گروه ۱۶ و دوره دوم جدول تناوبی قرار دارد. این نافلز در ساختار جامدهای کووالانسی(مثل SiO_2)، جامدهای یونی(مثل MgO و سدیم اکسید) و جامدهای مولکولی(مثل یخ و یخ خشک) وجود دارد. اکسیژن هم می‌تواند با سایر نافلزها و شبه فلزها پیوند کووالانسی تشکیل دهد و هم می‌تواند با تبدیل شدن به یون اکسید(O^{2-})، با سایر کاتیون‌ها پیوند یونی تشکیل دهد و به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود، یعنی نئون برسد. دقت کنید که فراوانترین عنصر موجود در کل سیاره زمین(نه پوسته آن)، آهن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گاز اکسیژن، به همراه گلوکز در واکنش اکسایش شرکت کرده و انرژی مورد نیاز سلول‌های بدن را تامین می‌کند. معادله واکنش اکسایش گلوکز در یاخته‌ها به صورت زیر است:

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$$

۲) مولکول‌هایی که در ساختار خود یک یا چند اتم هیدروژن متصل به اکسیژن دارند(مثل H_2O، الکل‌ها، کربوکسیلیک اسیدها و ...)، می‌توانند با مولکول متانول(CH_3OH) پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

به برهم‌کنش‌های بین مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی گفته می‌شود که به دو دسته پیوند هیدروژنی و نیروهای وان‌دروالسی تقسیم‌بندی می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت اگر بین دو مولکول پیوند هیدروژنی برقرار نباشد، نیروی بین مولکولی آن‌ها از نوع وان‌دروالسی است. برای ایجاد پیوند هیدروژنی بین دو مولکول، دو شرط لازم است:
شرط اول) در یکی از مولکول‌ها، اتم هیدروژن به طور مستقیم(با پیوند اشتراکی) به یکی از سه اتم F، O و یا N متصل باشد.
شرط دوم) در مولکول دیگر، کافیست فقط یکی از سه اتم F، O و یا N وجود داشته و این مولکول، قطبی باشد.

۴) ترکیب‌های گوگرد دار اکسیژن(مثل SO_2 و SO_3)، اکسیدهایی نافلزی بوده و با انحلال در آب، اسید ایجاد می‌کنند. همانطور که می‌دانیم، مقدار pH محلول‌های اسیدی در دمای اتاق، کمتر از ۷ بوده و با انحلال این مواد در آب، غلظت یون هیدروژن در محلول افزایش یافته و غلظت یون هیدروکسید کاهش پیدا می‌کند.

(مار ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۱ جرم مولی عناصر کربن و اکسیژن، به ترتیب برابر با ۱۲ و ۱۶ گرم بر مول است. در هر مول گاز کربن دی‌اکسید(CO_2)، یک مول اتم کربن(معادل با ۱۲ گرم اتم کربن) و دو مول اتم اکسیژن(معادل با ۳۲ گرم اتم اکسیژن) وجود دارد؛ لذا تفاوت جرم اتم‌های این دو عنصر در ساختار هر مول گاز کربن دی‌اکسید برابر با ۲۰ = ۱۲ − ۳۲ گرم است. در این رابطه، داریم:

$$?\,mol\,CO_2 = ۳۰۰\,g \text{ تفاوت جرم اتم‌ها} \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{\text{تفاوت جرم اتم‌ها } ۲۰\,g} = ۱۵\,mol$$

پس در این سلول، ۱۵ مول کربن دی‌اکسید تولیدشده است. فرایند هال به صورت زیر انجام می‌شود:

$$۲Al_2O_3(s) + ۳C(s) \longrightarrow ۴Al(l) + ۳CO_2(g)$$

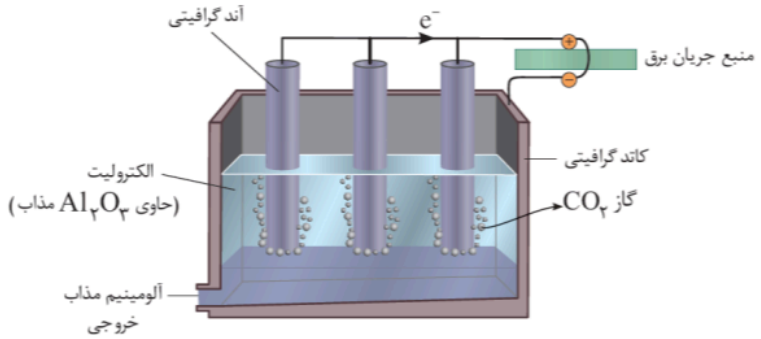
با توجه به معادله موازنه‌شده، مقدار فلز آلومینیم تولید شده را بدست می‌آوریم:

$$?\,mol\,Al = ۱۵\,mol\,CO_2 \times \frac{۴\,mol\,Al}{۳\,mol\,CO_2} = ۲۰\,mol$$

طی این فرایند، ۲۰ مول فلز آلومینیم تولید شده و هر اتم آلومینیم نیز ۳ الکترون ظرفیتی خود را وارد دریای الکترونی می‌کند. بر این اساس، می‌توان گفت شمار الکترون‌هادر دریای الکترونی آلومینیم، ۳ برابر شمار اتم‌های این عنصر است. در این رابطه، داریم:

$$?\,e \text{ دریای الکترونی} = ۲۰\,mol\,Al \times \frac{۳\,mol\,e \text{ دریای الکترونی}}{۱\,mol\,Al} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,e \text{ دریای الکترونی}}{۱\,mol\,e \text{ دریای الکترونی}} = ۳/۶۱۲ \times ۱۰^{۲۵}\,e$$

تصویر زیر، نمایی از سلول استفاده‌شده برای انجام فرایند هال را نشان می‌دهد:

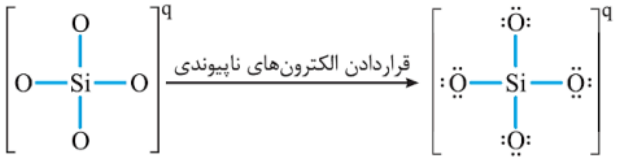


در فرایند هال، گرافیت به‌کاررفته در کاتد در واکنش شرکت نمی‌کند در حالی که گرافیت به‌کاررفته در تیغه‌های آند، با اکسیژن واکنش داده و به مرور زمان مصرف می‌شود. در این فرایند، همانند سایر سلول‌های الکترولیتی، کاتیون‌ها به سمت کاتد(دیواره‌های ظرف) و آنیون‌ها نیز به سمت آند(تیغه‌های موجود در بالای ظرف) حرکت می‌کنند. الکترون‌های موجود در مدار خارجی نیز از سمت آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

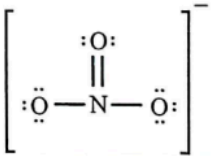
۵۲ یون سیلیکات، از جمله یون‌های چنداتمی بوده و در ساختار آن، یک اتم سیلیسیم به ۴ اتم اکسیژن متصل شده است. ابتدا با توجه به ساختار لوویس یون سیلیکات، بار آن را تعیین می‌کنیم:



بار آنیون = مجموع الکترون‌های ظرفیتی − تعداد کل الکترون‌های ناپیوندی و پیوندی $= [(۴ \times ۶) + ۴] - [(۴ \times ۶) + (۴ \times ۲)] = -۴$

همانطور که مشخص است، در ساختار این یون ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی روی اتم‌های اکسیژن وجود دارد. در ساختار ویتامین (ث)، یون سولفات و کربن تترابرمید(CBr_4) نیز ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد درحالی که در ساختار یون نیترات، ۸ جفت الکترون ناپیوندی یافت می‌شود.

ساختار لوویس یون نیترات به صورت زیر است:



گوگرد، همانند فسفر و سیلیسیم، 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.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۵۳ ماده استفاده شده به عنوان شاره A، سدیم کلرید مذاب است. توجه داریم که این ماده در سلول برقکافت، به عناصر سازنده خود تجزیه می‌شود! در واقع در این سلول که به سلول دانز نیز شهرت دارد، سدیم کلرید مذاب به سدیم مذاب و گاز کلر تجزیه می‌شود. فلز سدیم، در مجاورت کاتد تولید شده و گاز کلر نیز در مجاورت با آند تولید می‌شود. توجه داریم که در سلول‌های الکترولیتی، آند به قطب مثبت باتری و کاتد به قطب منفی باتری متصل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گرمای حاصل از شاره یونی، به شاره مولکولی می‌رسد و باعث تبخیر آب می‌شود. طی این فرایند، آب به بخار آب تبدیل می‌شود. این تغییر حالت، فرایندی فیزیکی است، نه شیمیایی!

۲) شاره‌ای که توربین را به حرکت در می‌آورد، شاره مولکولی بوده که نقطه ذوب و جوش کمتری نسبت به مواد کووالانسی از جمله گرافیت دارد. برای ذوب ترکیب‌های مولکولی باید به جاذبه بین مولکول‌ها غلبه کرد، درحالی‌که برای ذوب مواد کووالانسی باید پیوندهای اشتراکی را شکست و برای ذوب ترکیب‌های یونی نیز باید به پیوندهای یونی قوی بین یون‌ها غلبه کرد. نیروهای بین مولکولی بسیار ضعیف‌تر از پیوندهای کووالانسی و پیوندهای یونی هستند؛ درنتیجه غلبه کردن بر آن‌ها نیاز به انرژی کمتری دارد.

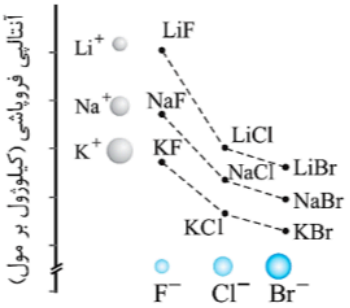
۴) شاره‌ای که نور خورشید را جذب می‌کند، شاره یونی(شاره A) بوده و شاره‌ای که توربین را به حرکت در می‌آورد، شاره مولکولی(شاره B) است. به عنوان شاره یونی از سدیم کلرید مذاب و به عنوان شاره مولکولی از آب استفاده می‌شود. شاره B(آب)، از مولکول‌های قطبی تشکیل شده و ذرات سازنده آن در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. اختلاف نقطه ذوب و جوش برای ترکیب‌های مولکولی، کمتر از ترکیب‌های یونی است؛ درنتیجه ترکیب‌های یونی، ظرفیت بیشتری برای ذخیره گرما داشته و در گستره وسیع‌تری از دما به حالت مایع هستند.

تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی، نیازمند تجهیزات و فناوری پیشرفته بوده و فقط در برخی کشورها انجام پذیر است. برای این کار نیاز به دو شاره(سیال) یونی و مولکولی است. شاره(سیال)، ماده‌ای است که مقاومت چندانی در برابر جاری شدن نداشته باشد؛ درنتیجه مواد گازی یا مایع می‌توانند به عنوان شاره استفاده شوند. هرچه اختلاف نقطه ذوب و جوش برای ماده‌ای بیشتر باشد، آن ماده در گستره وسیع‌تری از دما به حالت مایع خواهد بود. اختلاف نقطه ذوب و جوش برای ترکیب‌های یونی، بیشتر از ترکیب‌های مولکولی است؛ درنتیجه ترکیب‌های یونی، ظرفیت بیشتری برای جذب گرما داشته و در گستره وسیع‌تری از دما به حالت مایع هستند، از این رو از شاره‌های یونی(مثل $NaCl$ مذاب)، به عنوان ماده‌ای برای ذخیره انرژی گرمایی در این فناوری استفاده می‌شود. در این فناوری، ابتدا نور خورشید توسط آیینه‌ها بر روی برج گیرنده(برجی که شاره یونی در آن جریان دارد) متمرکز شده و باعث گرم شدن شاره یونی می‌شود. سپس شاره یونی داغ، وارد منبع ذخیره انرژی گرمایی شده و پس از آن، با ورود به مخزن مبادله گرما، دمای شاره مولکولی را افزایش می‌دهد. شاره مولکولی(مثل بخار آب داغ و ...) باعث به حرکت درآوردن توربین می‌شود. در این فناوری هدر رفتن شاره‌های یونی و مولکولی را مشاهده نخواهیم کرد، چون هر دو شاره پس از سرد شدن دوباره وارد فرایند خواهند شد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۴ هالیدهای فلزهای قلیایی شامل گروهی از ترکیب‌های یونی می‌شوند که از واکنش میان عناصر فلزی گروه اول(فلزهای قلیایی) و عناصر نافلزی موجود در گروه ۱۷(هالوژن‌ها) بدست می‌آیند. به طور کلی در هالیدهای فلزهای قلیایی، با افزایش عدد اتمی آنیون یا کاتیون، شعاع این یون‌ها افزایش پیدا کرده و چگالی بار آن‌ها کم‌تر می‌شود. انرژی شبکهٔ بلور با مجموع قدر مطلق بار آنیون و کاتیون سازندهٔ آن ترکیب رابطهٔ مستقیم داشته و با اندازهٔ آنیون و کاتیون موجود در بلور ترکیب یونی مورد نظر رابطهٔ عکس دارد. نمودار زیر، روند تغییر آنتالپی فروپاشی شبکه هالیدهای فلزهای قلیایی را نشان می‌دهد:



مطابق نمودار، اختلاف انرژی شبکهٔ بلور KF و LiF بیشتر از سایر موارد داده شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۵۵ دوده، از جمله رنگدانه‌های معدنی(یک ماده غیرآلی) است که به رنگ سیاه دیده می‌شود. این رنگدانه سیاه رنگ، همه طول موج‌های مرئی را به خود جذب کرده و هیچ پرتویی را بازتاب نمی‌کند و به همین خاطر است که به رنگ سیاه دیده می‌شود.

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. برای مثال، 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 می‌شوند. توجه داریم که 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.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) عناصر $_{۳۱}X$ و $_{۲۱}Y$، به ترتیب معادل با گالیم(یک فلز اصلی از گروه ۱۳) و اسکاندیم(یک فلز واسطه از گروه ۳) هستند. این عناصر فلزی، رسانای جریان گرما و جریان الکتریسیته بوده و خاصیت چکش‌خواری و ورقه شدن دارند.

۲) 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 گفتیم، نیتینول از اتم‌های نیکل($_{۲۸}Ni$) و تیتانیم($_{۲۲}Ti$) ساخته شده است. این دو عنصر فلزی متعلق به دستهٔ d از تناوب سوم بوده و آرایش الکترونی آن‌ها به زیرلایهٔ $۴s^۲$ ختم می‌شود.

۳) چون نسبت میان شمار اتم‌های مس به شمار اتم‌های اکسیژن در مس(I) اکسید($Cu_۲O$)، بیشتر از مقدار این نسبت در مس(II) اکسید(CuO) است، می‌توان گفت درصد جرمی اتم‌های مس در این ترکیب نیز بیشتر از درصد جرمی اتم‌های مس در CuO است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۶ برای حل قسمت اول این سوال، مقدار آب موجود در ۰/۸ لیتر از این محلول(معادل با ۱۰۰۰ گرم از محلول مورد نظر) را به‌دست می‌آوریم. همانطور که می‌دانیم، درصد جرمی منیزیم کلرید در این محلول برابر با ۱/۹ درصد است. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{چگالی} \times \text{حجم محلول}} \times ۱۰۰ = ۱/۹ = \frac{x}{۸۰۰ \times ۱/۲۵} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۱۹\ g$$

با توجه به اینکه ۰/۸ لیتر از این محلول ۱۰۰۰ گرم جرم دارد، برای محاسبه جرم آب موجود در محلول، جرم حل‌شونده(منیزیم‌کلرید) را از کل جرم محلول کم می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم آب} = ۱۰۰۰ - ۱۹ = ۹۸۱\ g$$

در قدم بعد، باید مشخص کنیم این مقدار آب از تجزیه چند گرم هیدروژن پراکسید(آب‌اکسیژنه یا همان $H_۲O_۲$) به‌دست می‌آید. معادله موازنه‌شده واکنش تجزیه هیدروژن‌پراکسید به صورت مقابل است:

$$۲H_۲O_۲(aq) \longrightarrow ۲H_۲O(l) + O_۲(g)$$

بر اساس معادله موازنه‌شده این واکنش شیمیایی، داریم:

$$?\ g\ H_۲O_۲ = ۹۸۱\ g\ H_۲O \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ g\ H_۲O} \times \frac{۲\ mol\ H_۲O_۲}{۲\ mol\ H_۲O} = ۵۴/۵\ mol$$

بنابراین آب موجود در ۰/۸ لیتر محلول منیزیم‌کلرید را با تجزیه ۵۴/۵ مول $H_۲O_۲$ می‌توان به‌دست آورد. برای حل قسمت دوم سوال، ابتدا غلظت مولی محلول منیزیم‌کلرید را به کمک چگالی و درصد جرمی آن تعیین می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۱۰ \times ۱/۹ \times ۱/۲۵}{۹۵} = ۰/۲۵ mol.L^{-۱}$$

در واکنش تولید هر مول منیزیم کلرید از عناصر سازنده آن، ۲ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$?\ e\ \text{مبادله شده} = ۰/۸\ L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۲۵\ mol\ MgCl_۲}{۱\ L\ \text{محلول}} \times \frac{۲\ mol\ e\ \text{مبادله شده}}{۱\ mol\ MgCl_۲} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ e\ \text{مبادله شده}}{۱\ mol\ e\ \text{مبادله شده}} = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}\ e$$

همانطور که مشخص است، طی این فرایند $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$ الکترون بین گونه‌ها مبادله شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۵۷ فرمول شیمیایی سیلیس و کربونیل سولفید به ترتیب به صورت $SiO_۲$ و SCO است. جرم اتم‌های اکسیژن موجود در هر ماده را برابر با x گرم در نظر گرفته و جرم هر ماده را محاسبه می‌کنیم.

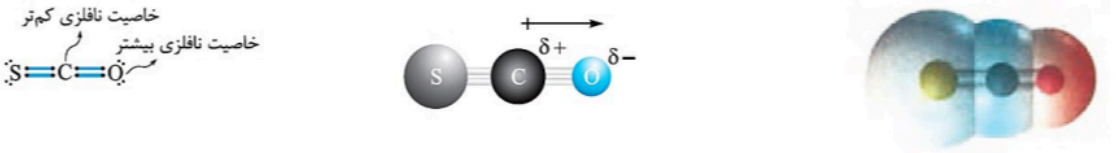
$$\text{سیلیس}: ?\ g\ SiO_۲ = x\ g\ O \times \frac{۱\ mol\ O}{۱۶\ g\ O} \times \frac{۱\ mol\ SiO_۲}{۲\ mol\ O} \times \frac{۶۰\ g\ SiO_۲}{۱\ mol\ SiO_۲} = \frac{۱۵x}{۸}\ g$$

$$\text{کربونیل سولفید}: ?\ g\ SCO = x\ g\ O \times \frac{۱\ mol\ O}{۱۶\ g\ O} \times \frac{۱\ mol\ SCO}{۱\ mol\ O} \times \frac{۶۰\ g\ SCO}{۱\ mol\ SCO} = \frac{۳۰x}{۸}\ g$$

در قدم بعد، جرم نمونه‌های داده شده از این مواد را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\text{جرم نمونه‌ی سیلیس}}{\text{جرم نمونه‌ی کربونیل سولفید}} = \frac{\frac{۱۵x}{۸}\ g}{\frac{۳۰x}{۸}\ g} = \text{برابر } ۰/۵$$

تصویر زیر، ساختار کربونیل سولفید و نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی این ماده را نشان می‌دهد:



همان‌طور که مشخص است، توزیع بار الکتریکی در اطراف اتم مرکزی کربونیل سولفید متقارن نیست و اتم اکسیژن سر منفی این مولکول را تشکیل می‌دهد. بر این اساس، مولکول SCO یک مولکول قطبی با گشاور دوقطبی بزرگتر از صفر است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کند. این ماده عضوی از خانواده مواد مولکولی است. همانطور که می‌دانیم، ترکیب‌های مولکولی در مقایسه با جامدهای کووالانسی مثل سیلیس دمای ذوب پایین‌تری دارند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

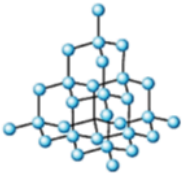
SanjeshCloud

۵۸ عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: فرمول شیمیایی سیلیس به صورت SiO_2 است. هر حلقه موجود در ساختار بلوری سیلیس، از اتصال یکی در میان اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن تشکیل شده است، پس می‌توان گفت تعداد اتم‌های O و Si در ساختار همه حلقه‌های چندضلعی موجود در بلور سیلیس برابر است، اما توجه داریم که هر یک از اتم‌های O و Si به ترتیب در تشکیل ۲ و ۴ حلقه مشارکت می‌کنند.

ب: در ساختار الماس، هر اتم C توسط ۴ پیوند یگانه به ۴ اتم کربن دیگر متصل شده و یک شبکه غول‌آسای بسیار بزرگ را پدید آورده است. اتم کربن در مولکول CCl_4 نیز با ۴ پیوند $C-Cl$، به ۴ اتم کلر متصل می‌شود. ساختار الماس به صورت زیر است:





پ: 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.

ت: چون طول پیوند $C-C$(پیوند موجود در بلور الماس) کمتر از طول پیوند $Si-C$(پیوند موجود در ساختار بلور سیلیسیم کربید) است، پس می‌توان گفت این پیوند انرژی بیشتری داشته و شکستن آن سخت‌تر است. بر این اساس، الماس در مقایسه با سیلیسیم کربید درجه سختی بیشتری خواهد داشت. از طرفی، چون ساختار الماس متراکم‌تر از گرافیت است، این ماده نسبت به گرافیت نیز چگالی بیشتری خواهد داشت.

ث: ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزو مواد مولکولی به شمار می‌روند. هرچند که این جمله در رابطه با ترکیب‌ها(موادی که از اتصال اتم‌هایی از چند عنصر متفاوت به یکدیگر ایجاد شده و در ساختار آن‌ها بیش از یک عنصر وجود دارد) صادق است، اما در رابطه با کل مواد(عنصرها و ترکیب‌ها) صادق نخواهد بود. برای مثال، فلز جیوه نوعی عنصر از دسته مواد فلزی است. این ماده در دما و فشار اتاق به حالت مایع است، ولی جزو مواد مولکولی نیست.

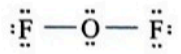
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۹ به طور کلی، مواد را می‌توان در دو دسته زودگداز و دیرگداز قرار داد. مواد زودگداز، دمای ذوب پایینی داشته و به راحتی ذوب می‌شوند. برای مثال، اغلب مواد مولکولی در دسته مواد زودگداز قرار گرفته و دمای ذوب خیلی بالایی ندارند. در نقطه مقابل، مواد دیرگداز هستند که دمای ذوب بالایی داشته و به راحتی ذوب نمی‌شوند. برای مثال، اغلب عناصر فلزی، اغلب ترکیب‌های یونی و همه مواد کووالانسی، در دسته مواد دیرگداز قرار گرفته و دمای ذوب خیلی بالایی دارند. تیتانیم، یک عنصر فلزی با دمای ذوب ۱۶۶۷ درجه سانتی‌گراد و نیتروژن یک ماده مولکولی با دمای ذوب ۲۱۰- درجه سانتی‌گراد بوده و این دو ترکیب، در مقایسه با سایر زوج ترکیب‌های داده شده، تفاوت دمای ذوب بیشتری دارند. توجه کنید که نیاز به حفظ بودن عدد دقیق دمای ذوب این دو ماده نداریم اما به طور تقریبی، باید دمای ذوب آن‌ها را در ذهن داشته باشیم. توجه داریم که سدیم کلرید، در مقایسه با تیتانیم دمای ذوب کمتری داشته و HF نیز در مقایسه با نیتروژن دمای ذوب بالاتری دارد، پس می‌توان گفت تفاوت دمای ذوب این دو ماده کمتر از تفاوت دمای ذوب نیتروژن و تیتانیم است.

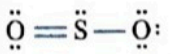
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۰ ساختار مولکول اکسیژن دی‌فلوئورید(OF_2) به صورت زیر است:



چون خاصیت نافلزی اتم فلوئور بیشتر از اتم اکسیژن است، پس اتم اکسیژن در ساختار این مولکول دارای بار جزئی مثبت خواهد بود. در مولکول گوگرد دی‌اکسید نیز چون اتم اکسیژن در مقایسه با اتم گوگرد خاصیت نافلزی بیشتری دارد، اتم گوگرد(اتم مرکزی) دارای بار جزئی مثبت خواهد بود. ساختار این مولکول به صورت زیر است:



۱) در ساختار OF_2، تعداد ۸ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد درحالی که در ساختار هیدروژن پراکسید(H_2O_2)، تعداد ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۳) در مولکول OF_2، همانند مولکول هیدروژن سولفید، روی اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی وجود داشته و به همین خاطر، ذرات سازنده این دو ماده ساختار خمیده دارند.

۴) چون OF_2 یک ماده قطبی است، همانند سایر مواد قطبی، باریکه مایع از آن توسط میله باردار از مسیر منحرف می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۶۱ تصویر داده شده، شبکه به‌هم پیوسته‌ای از اتم‌های کربن و سیلیسیم را نشان می‌دهد که به یکدیگر متصل شده‌اند، پس می‌توان گفت ماده نشان داده شده متعلق به دسته مواد کووالانسی است. با توجه به عناصر موجود در ساختار این ماده، ترکیب مورد نظر معادل با سیلیسیم کربید است. سیلیس(سیلیسیم دی‌اکسید)، سیلیسیم، سیلیسیم کربید، گرافیت و الماس در دسته مواد کووالانسی قرار می‌گیرند. این گروه از مواد شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌ها می‌شوند که توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند. از آن‌جا که این مواد در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند، آن‌ها را با نام جامدهای کووالانسی نیز می‌خوانند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند. علاوه بر کربن و سیلیسیم، عنصر اکسیژن نیز در ساختار برخی از جامدهای کووالانسی وجود دارد. در رابطه با سیلیسیم کربید، عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

آ: سیلیسیم کربید، در ساخت سنباده کاربرد دارد. این در حالی است که از الماس، به‌خاطر سختی بالا و تراکم زیاد آن، در ساخت مته‌ها و ابزارهای مربوط به برش شیشه استفاده می‌شود. گرافیت نیز دگرشکلی از کربن است که از آن در ساخت مغز مداد استفاده می‌شود.

ب: اتم‌های کربن و سیلیسیم، چهار پیوند اشتراکی تشکیل داده و در لایه ظرفیت خود الکترون ناپیوندی ندارند.

پ: چون طول پیوند $C-C$(پیوند موجود در بلور الماس) کمتر از طول پیوند $Si-C$(پیوند موجود در ساختار بلور سیلیسیم کربید) است، پس می‌توان گفت این پیوند انرژی بیشتری داشته و شکستن آن سخت‌تر است. بر این اساس، الماس در مقایسه با سیلیسیم کربید درجه سختی بیشتری خواهد داشت. در نقطه مقابل، چون طول پیوند $Si-Si$(پیوند موجود در بلور سیلیسیم خالص) بیشتر از طول پیوند $Si-C$ است، پس می‌توان گفت این پیوند انرژی کمتری داشته و شکستن آن راحت‌تر است. بر این اساس، سیلیسیم خالص در مقایسه با سیلیسیم کربید درجه سختی کمتری خواهد داشت.

ت: 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 و جرم مولکولی استفاده کرد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۲ معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$2NaHCO_3(s) \rightarrow CO_2(g) + Na_2CO_3(s) + H_2O(g)$$

در قدم اول، جرم سدیم کربنات تولید شده و پس از آن، جرم سدیم موجود در سدیم کربنات تولید شده را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$?\,g\,Na_2CO_3 = 250\,g\,NaHCO_3\ \text{ناخالص} \times \frac{42\,g\,NaHCO_3}{100\,g\,NaHCO_3\ \text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,NaHCO_3}{84\,g\,NaHCO_3} \times \frac{1\,mol\,Na_2CO_3}{2\,mol\,NaHCO_3} \times \frac{106\,g\,Na_2CO_3}{1\,mol\,Na_2CO_3}$$

$$\times \frac{\text{مقدار نظری } 40}{\text{مقدار عملی } 100} = 26/5\,g$$

$$?\,g\,Na^+ = 250\,g\,NaHCO_3\ \text{ناخالص} \times \frac{42\,g\,NaHCO_3}{100\,g\,NaHCO_3\ \text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,NaHCO_3}{84\,g\,NaHCO_3} \times \frac{1\,mol\,Na_2CO_3}{2\,mol\,NaHCO_3} \times \frac{2\,mol\,Na^+}{1\,mol\,Na_2CO_3}$$

$$\times \frac{23\,g\ Na^+}{1\,mol\ Na^+} \times \frac{\text{مقدار نظری } 40}{\text{مقدار عملی } 100} = 11/5\,g$$

به ۲۶/۵ گرم سدیم کربنات تولید شده در این فرایند، ۶۵/۵ گرم پتاسیم کلرید اضافه شده است. بر این اساس، یک مخلوط ۹۲ گرمی داریم که در آن ۱۱/۵ گرم کاتیون سدیم وجود دارد.

بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی سدیم} = \frac{\text{جرم کاتیون سدیم}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{11/5\,g\,Na^+}{92\,g\ \text{مخلوط}} \times 100 = \text{درصد } 12/5$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۳ جرم هر اتم تیتانیم برابر با $48amu$ و جرم هر اتم آلومینیم نیز برابر با $27amu$ است. بر این اساس، درصد جرمی اتم‌های تیتانیم را در این آلیاژ فلزی محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\text{درصد جرمی تیتانیم} = \frac{\text{جرم اتمی تیتانیم} \times 1}{\text{جرم اتمی آلومینیم} \times 6 + \text{جرم اتمی تیتانیم} \times 1} \times 100 = \frac{1 \times 48}{1 \times 48 + 6 \times 27} \times 100 = \text{درصد } 22/86$$

در مرحله بعد، جرم تیتانیم موجود در آلیاژ ۸۴۰ گرمی را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,g\,Ti = 840\,g\ \text{آلیاژ} \times \frac{22/86\,g\,Ti}{100\,g\ \text{آلیاژ}} = 192\,g$$

تیتانیم بر اساس معادله موازنه شده زیر، طی فرایند برقکافت تولید می‌شود:

$$TiCl_4(l) \rightarrow Ti(l) + 2Cl_2(g)$$

با توجه به معادله این واکنش، جرم تیتانیم(IV) کلرید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

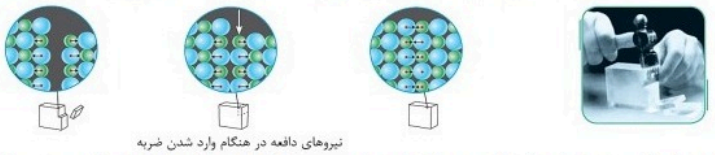
$$?\,g\,TiCl_4 = 192\,g\,Ti \times \frac{1\,mol\,Ti}{48\,g\,Ti} \times \frac{1\,mol\,TiCl_4}{1\,mol\,Ti} \times \frac{190\,g\,TiCl_4}{1\,mol\,TiCl_4} = 760\,g$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۴ آنتالپی فروپاشی شبکه ترکیب‌های یونی، به چگالی بار یون‌های موجود در شبکه بلوری این مواد بستگی دارد. با افزایش چگالی بار یون‌ها، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور مواد افزایش پیدا می‌کند. چگالی بار یون اکسید بیشتر از یون فلوئورید است، پس آنتالپی فروپاشی شبکهٔ آلومینیم اکسید، بیشتر از آنتالپی فروپاشی شبکه آلومینیم فلوئورید خواهد بود. همچنین چگالی بار یون آلومینیم نسبت به یون منیزیم بیشتر است، بنابراین آلومینیم اکسید آنتالپی فروپاشی بیشتری نسبت به منیزیم اکسید دارد.

۱) در اثر وارد شدن ضربه به بلور یک جامد یونی، ذرات سازنده این ماده 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 جامد می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



نیروهای دافعه در هنگام وارد شدن ضربه

۳) همانطور که می‌دانیم رنگ شعله 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 Br الکترون به دست می‌آورند و شعاع آن‌ها افزایش پیدا می‌کند.

۴) به طور کلی بین کاتیون‌های فلزی مختلف، با حرکت به سمت راست و بالای جدول دوره‌ای، شعاع یونی کاهش پیدا می‌کند. از میان یون‌های پایدار حاصل از عناصر سدیم، منیزیم، پتاسیم و کلسیم، یون منیزیم از یون سدیم شعاع کوچک‌تری دارد. یون منیزیم از یون کلسیم هم کوچک‌تر است. همچنین شعاع یون سدیم از یون پتاسیم کمتر بوده، پس شعاع یون‌های پایدار سدیم، پتاسیم و کلسیم بیشتر از شعاع یون منیزیم است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۵ **ابتدا باید بار الکتریکی آنیون داده‌شده را تعیین کنیم.**

راه‌حل اول: استفاده از عدد اکسایش: جمع جبری عدد اکسایش اتم‌ها برابر با بار گونه است، بنابراین:

$$\left(:\mathrm{N}\equiv\right) \quad \mathrm{C} \quad \left(-\ddot{\mathrm{O}}:\right)$$

$$5-8=-3 \qquad 4-0=+4 \qquad 6-8=-2$$

بار گونه برابر «۱−» است. ($q=-1$)

راه‌حل دوم: استفاده از ساختار لوییس: جمع الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌ها منهای بار گونه برابر با شمار الکترون‌های نشان‌داده‌شده در ساختار است. بنابراین:

$$16=5+4+6-(\text{بار}) \Rightarrow \text{بار}=-1$$

بر این اساس فرمول شیمیایی کلسیم با این آنیون (ایزوسیانات) به‌صورت $Ca(NCO)_2$ و درصد جرمی کربن در آن برابر است با:

$$\%\mathrm{C}=\frac{2\times 12}{124}\times 100=\%19/3$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۶ **با خارج شدن آب از نمونه، جرم آب و در نتیجه جرم نمونه کاهش می‌یابد ولی جرم سیلیس ثابت باقی می‌ماند. از سویی با خارج شدن آب، درصد جرمی سیلیس افزایش می‌یابد.**

$$\text{جرم آب خارج‌شده} = 12\mathrm{g}\times\frac{80}{100}=9/6\mathrm{g}$$

$$\text{جرم نمونهٔ باقی‌مانده} = 100-9/6=90/4\mathrm{g}$$

$$\text{درصد جرمی سیلیس} = \frac{45/2}{90/4}\times 100=\%50$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۶۷ **در ساخت مته و ابزار برش شیشه از الماس استفاده می‌شود. الماس نسبت به گرافیت سطح انرژی بالاتری داشته و ناپایدارتر است.**

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۶۸ الف) نادرست؛ هیدروژن فلوئورید یک ترکیب مولکولی است و می‌توان از واژهٔ فرمول مولکولی برای آن استفاده کرد.

ب) درست؛ فرمول الماس، گرافیت و گرافن، $C(s)$ و جرم مولی آن‌ها برابر $12g \cdot mol^{-1}$ است.

پ) نادرست؛ در ساختار یخ هر اتم اکسیژن با دو پیوند اشتراکی به دو اتم H و با دو پیوند هیدروژنی به دو اتم H از دو مولکول دیگر آب متصل است.

ت) درست

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۹ همهٔ عبارت‌ها براساس متن کتاب درسی درست است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۰ مورد اول: درست

مورد دوم: درست؛ گرافیت به‌عنوان رنگ‌دانهٔ سیاه شناخته می‌شود؛ زیرا تمام طول موج‌ها در ناحیهٔ مرئی را جذب می‌کند.

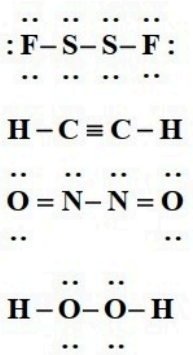
مورد سوم: درست

مورد چهارم: نادرست؛ در گرافیت هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به سه اتم کربن دیگر متصل است. (یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه)

مورد پنجم: درست؛ پایداری الماس از گرافیت کمتر است و از سوختن الماس در مقایسه با گرافیت گرمای بیشتری آزاد می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۱ ساختار لوویس چهار مولکول داده‌شده چنین است:



مورد اول: به‌جز C_2H_2 سه مولکول دیگر قطبی‌اند و برخلاف C_2H_2 در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. وجود جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌های مرکزی اکسیژن، نیتروژن و گوگرد در این سه مولکول، عامل اصلی قطبی بودن آن‌هاست.

مورد دوم: شمار جفت الکترون‌های پیوندی در این مولکول‌ها متفاوت است.

مورد سوم: شکل هندسی C_2H_2 متفاوت از شکل هندسی سه مولکول دیگر است.

مورد چهارم: عدد اکسایش اتم‌های مرکزی اکسیژن، نیتروژن، کربن و گوگرد در این چهار ترکیب به‌ترتیب برابر -1، $+2$، -1 و $+1$ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۲ عنصر A در دورهٔ سوم جدول تناوبی جای دارد و ۱۰ الکترون آن در زیرلایه‌هایی با $l = 1$ یا همان زیرلایهٔ p قرار دارند، پس آرایش الکترونی آن به $3p^4$ پایان می‌یابد. این عنصر، گوگرد (${}_{16}S$) است.

الف) درست

ب) نادرست؛ مولکول SCO خمیده نیست و هر سه اتم (با زاویهٔ 180°) به شکل خطی به یکدیگر متصل هستند.

پ) نادرست؛ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور MgS از $CaCl_2$ بیشتر است؛ زیرا شعاع کاتیون Mg^{2+} از شعاع کاتیون Ca^{2+} کوچک‌تر است. بار S^{2-} هم از Cl^- بیشتر است.

ت) نادرست؛ درصد جرمی A در $Na_2A_2O_8$ بیشتر است؛ زیرا هرچند جرم مولی $Na_2A_2O_8$ از جرم مولی $Na_2A_2O_4$ بیشتر است، ولی نسبت آن کمتر از دو برابر است. اما در $Na_2A_2O_8$ جرم عنصر A در مقایسه با جرم آن در Na_2AO_4 دو برابر شده است. به عبارت دیگر در رابطهٔ درصد جرمی، صورت کسر دو برابر ولی مخرج آن کمتر از دو برابر افزایش یافته است، بنابراین کسر در کل افزایش می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۷۳ اول: درست؛ با کمک گرفتن از آنتالپی پیوند و یکی از عوامل مؤثر بر آن یعنی طول پیوند می‌توان میزان سختی را در جامدهای کووالانسی مقایسه کرد که هرچه طول پیوند کوتاه‌تر باشد، شکستن آن دشوارتر است.

طول پیوند: $C-C < Si-C < Si-Si$

دوم: درست

سوم: درست

چهارم: نادرست؛ تنوع ترکیب‌های کووالانسی از مواد مولکولی و یونی به مراتب کمتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۴ مورد اول: درست

مورد دوم: نادرست؛ نام آیوپاک آن تیتانیم (IV) اکسید است. (براساس عدد اکسایش Ti)

مورد سوم: نادرست؛ عدد اکسایش Ti در TiO_2 برابر $+4$ است ولی عدد اکسایش آهن در محلول سبزرنگ آن برابر $+2$ است.

مورد چهارم: نادرست؛ گوگرد دارای دو اکسید SO_2 و SO_3 است که SO_2 قطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

$$\text{درصد جرمی اکسیژن در } SO_2 = \frac{2\times16}{64}\times100 = \%50 \qquad \text{درصد جرمی اکسیژن در } TiO_2 = \frac{2\times16}{80}\times100 = \%40$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۵

$$Al_2O_3(s) + 1590\,kJ \rightarrow 2Al^{3+}(g) + 3O^{2-}(g)$$

$$MgO(s) + 3800\,kJ \rightarrow Mg^{2+}(g) + O^{2-}(g)$$

$$\left.\begin{aligned} 12/75\,g\,Al_2O_3 \times \frac{1\,mol\,Al_2O_3}{102\,g\,Al_2O_3} \times \frac{1590\,kJ}{1\,mol\,Al_2O_3} = 1987/5\,kJ \\ 18\,g\,MgO \times \frac{1\,mol\,MgO}{40\,g\,MgO} \times \frac{3800\,kJ}{1\,mol\,MgO} = 1710\,kJ \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{1987/5}{1710} \simeq 1/16$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۶ عدد اتمی تنها نافلز مایع یا برم برابر ۳۵ است. پس مجموع عدد اتمی این چهار عنصر برابر ۷۰ است. یعنی $n+(n+1)+(n+2)+(n+3)=70$،
پس $4n+6=70$ و در نتیجه $n=16$ است، بنابراین عدد اتمی چهار عنصر به‌صورت $_{16}A$، $_{17}B$، $_{18}C$، $_{19}D$ است.

مورد اول: نادرست؛ بیشترین چگالی بار مربوط به A^{2-} است؛ زیرا بار الکتریکی آن از یون‌های پایدار B^- و D^+ بزرگ‌تر است.

مورد دوم: درست؛ هرچه بار آنیون بیشتر و عدد اتمی آن کوچک‌تر باشد، شعاع آنیون بزرگ‌تر می‌شود.

مورد سوم: درست؛ بیشترین قدرت کاهندگی مربوط به فلز قلیایی D است که تمایل زیادی به از دست دادن الکترون دارد.

مورد چهارم: درست؛ فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از واکنش دو عنصر B و D به‌صورت DB یا همان KCl است. برابر بودن نسبت کاتیون و آنیون در ترکیب دلیلی بر یکسان بودن عدد کوئوردیناسیون یون‌ها در شبکه بلور است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۷۷ مورد اول: درست

مورد دوم: درست

مورد سوم: نادرست؛ فلزها قدرت کاهندگی دارند؛ زیرا هیچ فلزی توانایی گرفتن الکترون و تشکیل آنیون را ندارد.

مورد چهارم: درست

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۸ عنصر M با عنصر اکسیژن ترکیبی یونی تشکیل می‌دهد (MO) که نقطهٔ ذوب بیشتری از ترکیب عنصر X و اکسیژن (هر دو نافلز و ترکیب آن‌ها ماده مولکولی است) دارد.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطهٔ ذوب کلرید فلز M (MCl_2) کمتر از ترکیب یونی MX است؛ زیرا چگالی بار آنیون ترکیب MX بیشتر است.

۲) نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به عدد کوئوردیناسیون آنیون در ترکیب MX (۱) کوچک‌تر از این نسبت در ترکیب کلسیم‌کلرید ($CaCl_2$، ۲) است.

۴) آنتالپی فروپاشی ترکیب Na_2X کوچک‌تر از آنتالپی فروپاشی ترکیب MX است؛ زیرا چگالی بار یون سدیم از چگالی بار یون M^{2+} کوچک‌تر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۹ براساس متن کتاب صفحه‌های ۶۷ تا ۷۰ فقط عبارت‌های «اول» و «سوم» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

دوم: سرخ‌فام بودن خاک رس را به آهن (III) اکسید در خاک می‌توان نسبت داد.

چهارم: ترکیبات گوناگون سیلیسیم و اکسیژن بیش از ٪۹۰ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۸۰ واکنش تجزیه کلسیم کربنات به شرح زیر است و پس از تجزیه، مقداری CaO در نمونهٔ باقی‌مانده خواهیم داشت که براساس رابطهٔ زیر ۵/۶ گرم است (با فرض اولیه ۱۰g برای نمونهٔ خاک رس).

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s)+CO_2(g) \qquad \frac{10}{100}=\frac{x}{56} \Rightarrow x=5/6 \Rightarrow \text{جرم } CO_2 = 10-5/6=4/4$$

بنابراین در مجموع ۱۹/۴ گرم از جرم کل کاسته می‌شود. ($15g+4/4gCO_2$ آب)

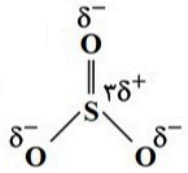
$$\text{درصد } SiO_2 \text{ در نمونهٔ جدید} = \frac{52}{100-19/4}\times 100=\frac{5200}{80/6}\cong ٪64/5$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

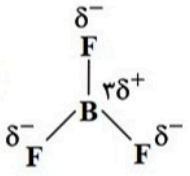
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۱ شرط یکسان بودن نقشهٔ پتانسیل یکسان بودن شکل هندسی و رنگ‌بندی اتم‌های مرکزی و غیرمرکزی است. بر این اساس SO_3 فقط با BF_3 و NO_3^- شباهت دارد.

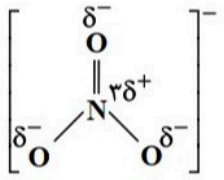
SO_3 :



BF_3 :



NO_3^- :



در گونه‌های ClO_3^-، NH_3 و NF_3، اتم مرکزی دارای زوج الکترون ناپیوندی است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۲ فقط عبارت‌های «دوم» و «سوم» درست هستند.

بررسی گزینه‌های نادرست:

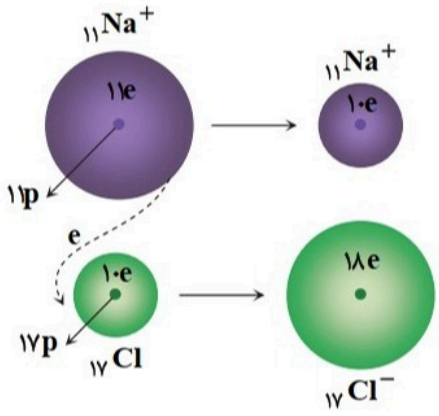
عبارت اول: فقط CCl_4 ناقطبی و سه فراوردهٔ CH_3Cl، CH_2Cl_2 و $CHCl_3$ قطبی هستند.

عبارت چهارم: در شبکهٔ یونی یون‌های ناهمنام تا حد امکان به هم نزدیک می‌شوند و یون‌های همنام تا جایی که ممکن است از هم دور می‌شوند. وجود جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهمنام، بر نیروهای دافعه میان یون‌های همنام غالب است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۳ رابطه‌های «ب» و «پ» نادرست هستند، مطابق شکل زیر:

$$Na > Cl^- > Na^+ > Cl$$



(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۴ براساس توصیف ارائه شده E اتم نیتروژن است که ترکیب آن با H اولاً غیریونی است و ثانیاً خاصیت بازی در آب ایجاد می‌کند، بنابراین می‌توان گفت:

A	X	Y	D	E	M	G
Li	Be	B	C	N	O	F

در بین ترکیبات حاصل از گزینه‌های ۱ تا ۴ فقط ترکیب A با M یونی است و سایر ترکیبات مولکولی هستند که به مراتب آنتالپی فروپاشی کمتری نسبت به ترکیب حاصل از A با M دارند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۵

$$\text{mol Zn} = \frac{۶/۵}{۶۵} = ۰/۱\,\text{mol}$$

$$\text{mol } V^{۵+} = ۰/۸\,\frac{\text{mol}}{\text{L}} \times ۰/۱\,\text{L} = ۰/۰۸\,\text{mol}$$

$$۲V^{۵+} + Zn \rightarrow ۲V^{۴+} + Zn^{۲+}$$

$$\frac{۰/۰۸}{۲} = \frac{x_۱}{۱} \Rightarrow x_۱ = ۰/۰۴\,\text{mol}\ \text{روی مصرفی} \Rightarrow \text{روی باقی‌مانده} = ۰/۰۶$$

۰/۰۸ مول وانادیم (IV) نیز حاصل می‌شود.

$$۲V^{۴+} + Zn \rightarrow ۲V^{۳+} + Zn^{۲+}$$

$$\frac{۰/۰۸}{۲} = \frac{x_۲}{۱} \Rightarrow x_۲ = ۰/۰۴\,\text{mol}\ \text{روی مصرفی} \Rightarrow \text{روی باقی‌مانده} = ۰/۰۲\ \text{مول}$$

۰/۰۸ مول وانادیم (III) که سبزرنگ است، نیز حاصل می‌شود و همهٔ وانادیم (IV) مصرف می‌شود.

$$۲V^{۳+} + Zn \rightarrow ۲V^{۲+} + Zn^{۲+}$$

$$\frac{y}{۲} = \frac{۰/۰۲}{۱} = \frac{y'}{۲} \Rightarrow \begin{cases} y = ۰/۰۴ \Rightarrow ۰/۰۴\ \text{مول V (III) باقی می‌ماند.} \\ y' = ۰/۰۴ \Rightarrow ۰/۰۴\ \text{مول V (II) تولید می‌شود.} \end{cases}$$

$y' = ۰/۰۴ \Rightarrow ۰/۰۴$ مول V (II) تولید می‌شود.

بنابراین در محلول نهایی وانادیم (III) و (II) خواهیم داشت و رنگ‌های سبز و بنفش قابل‌مشاهده است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

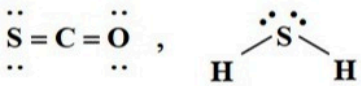
۸۶ چنانچه در این ساختار کلیهٔ اتم‌ها را به آرایش گاز نجیب برسانیم مجموع الکترون‌های ظرفیتی برابر ۸۴ خواهد بود و با توجه به مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی اتم‌ها پس از تشکیل پیوندها که برابر ۸۴ است، بار q برابر صفر است.

$$q = \text{مجموع الکترون‌های ظرفیتی} - (\text{مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی})$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

www.MrKonkor.com SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

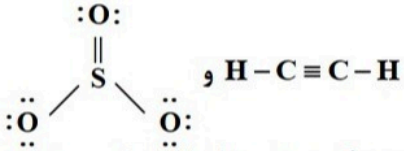
۸۷ ۱) نادرست؛ ساختار لوویس دو مولکول کربونیل سولفید و هیدروژن سولفید به‌صورت زیر است:



هرچند که شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در مولکول کربونیل سولفید بیشتر است ولی شکل هندسی دو مولکول مشابه نیست. SCO مولکول خطی ولی H_2S مولکول خمیده است.

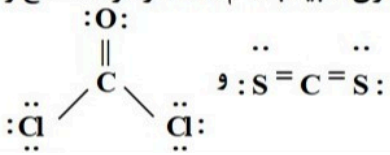
۲) درست؛ فرمول شیمیایی دو ماده کلروفرم و آمونیاک به‌ترتیب $CHCl_3$ و NH_3 است، بنابراین شمار اتم‌های سازندهٔ مولکول کلروفرم بیشتر است. از سویی هر دو مولکول قطبی‌اند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

۳) نادرست؛ ساختار لوویس دو مولکول SO_3 و C_2H_2 به‌صورت زیر است:



که شمار جفت الکترون‌های پیوندی در مولکول SO_3 در مقایسه با C_2H_2 کمتر است ولی از نظر جهت‌گیری در میدان الکتریکی مشابه هستند؛ زیرا هر دو ناقطبی‌اند.

۴) نادرست؛ فرمول شیمیایی دو ماده کروبونیل کلرید و کربن دی‌سولفید به‌ترتیب $COCl_2$ و CS_2 است که شمار اتم‌های سازنده در مولکول کربونیل کلرید بیشتر است ولی از نظر شکل هندسی مشابه نیستند؛ زیرا $COCl_2$ ساختاری شبیه به SO_3 دارد و مسطح و مثلثی شکل است ولی CS_2 همانند CO_2 مولکول خطی (با زاویهٔ 180°) است.



(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۸ عبارت اول: نادرست؛ تفاوت نقطه ذوب و جوش به قدرت و نوع نیروهای بین مولکولی وابسته است. در شرایطی که جرم مولی مواد تا حدی به هم نزدیک باشد این تفاوت برای مولکول‌های قطبی در مقایسه با مولکول‌های ناقطبی بیشتر است ولی اگر جرم مولی ترکیب ناقطبی به مراتب بیشتر باشد، آنگاه ممکن است که این تفاوت به سود مولکول ناقطبی باشد.

عبارت دوم: نادرست؛ عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون به شرطی برابر است که نسبت کاتیون به آنیون در فرمول شیمیایی ۱ : ۱ باشد مانند $NaCl$، CsI، MgO و...

عبارت سوم: درست

عبارت چهارم: نادرست؛ نور و گرمای زیاد ناشی از تولید سدیم کلرید نشان می‌دهد که واکنش بسیار گرماده است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۹ فقط عبارت «اول» نادرست است؛ زیرا خورشید منبع انرژی تجدیدپذیر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۹۰

$$\frac{۲۳۲\,kJ}{۴۰\,g\,CaBr_2}\times\frac{۲۰۰\,g\,CaBr_2}{۱\,mol\,CaBr_2}=۱۱۶۰\,kJ\,mol^{-1}$$

آنتالپی فروپاشی شبکه بلور $CaBr_2$ از آنتالپی فروپاشی شبکه بلور LiF که بیشترین آنتالپی فروپاشی را در میان هالیدی‌های فلزهای قلیایی دارد، بیشتر است. با جایگزین کردن یون باریم به جای یون کلسیم آنتالپی فروپاشی شبکه بلور $BaBr_2$ تا حدی در مقایسه با $CaBr_2$ افت پیدا می‌کند؛ زیرا شعاع Ba^{2+} بزرگ‌تر است. در نتیجه از نظر مقداری $BaBr_2$ همچنان در مقایسه با LiF از آنتالپی فروپاشی شبکه بزرگ‌تری برخوردار است ولی این اختلاف تا حدی کاهش می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۹۱ با توجه به داده‌های سؤال می‌توان دریافت که ترکیب یونی AB_2 از کاتیون A^{2+} و آنیون B^- تشکیل شده است، پس ترکیب یونی AD نیز از یون‌های A^{2+} و D^{2-} به‌وجود آمده است. از سویی در مورد آنیون‌های B^- و D^{2-} که هر دو نافلزهایی از دورهٔ چهارم جدول تناوبی هستند در می‌یابیم که عدد اتمی عنصر B یک واحد از عدد اتمی عنصر D بیشتر است. B عنصری از گروه ۱۷ و D عنصری از گروه ۱۶ است.

الف) درست؛ در یک دوره از چپ به راست خصلت نافلزی افزایش می‌یابد.

ب) درست؛ شعاع A^{2+} از شعاع D^{2-} به یقین کوچک‌تر است، پس چگالی بار A^{2+} بیشتر است.

پ) درست؛ عدد اتمی عنصرهای B و D به‌ترتیب ۳۵ و ۳۴ است.

ت) درست؛ فلز A فلزی اصلی است، که با از دست دادن ۲ الکترون به A^{2+} تبدیل شده است، بنابراین در گروه ۲ دوره ۴ جای دارد و آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن $4s^2$ است.

ث) نادرست؛ در مقایسه شعاع آنیون‌های هم‌الکترون مانند $_{35}B^-$ و $_{34}D^{2-}$ هرچه بار مثبت هسته بیشتر باشد، شعاع آنیون کوچک‌تر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۹۲ زیرلایه $l=2$ همان زیرلایه d است. عنصری که تنها دو الکترون در این زیرلایه دارد، پس دومین عنصر واسطه از دورهٔ چهارم یا $_{22}Ti$ با آرایش الکترونی فشردهٔ $[_{18}Ar]3d^2 4s^2$ است.

عبارت اول: درست

عبارت دوم: نادرست؛ بالاترین عدد اکسایش فلز Ti با توجه به آرایش الکترونی آن برابر $+4$ است.

عبارت سوم: نادرست؛ در فلزها میان هسته اتم و الکترون‌های ظرفیتی جاذبه‌ای ضعیف وجود دارد که دلیلی بر پیدایش دریای الکترونی در بلور فلزها است.

عبارت چهارم: درست؛ در TiO_2 عدد اکسایش فلز برابر $+4$ است. این اکسید به‌عنوان رنگ‌دانه سفید کاربرد گسترده‌ای دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۳ اگر عدد اتمی A را Z در نظر بگیریم آنگاه:

$$Z+(Z+1)+(Z+2)+(Z+3)+(Z+4)=75$$
$$\Rightarrow 5Z=65 \Rightarrow Z=13$$

پس ۵ عنصر موردنظر به‌ترتیب $_{13}Al$، $_{14}Si$، $_{15}P$، $_{16}S$ و $_{17}Cl$ هستند.

مورد اول: نادرست؛ شبه فلز Si توانایی تشکیل یون تک اتمی را ندارد.

مورد دوم: درست؛ هرچه بار یون بیشتر و شعاع آن کمتر باشد، چگالی بار یون آن بیشتر است.

مقایسهٔ چگالی بار یون‌های حاصل از این ۵ عنصر (به‌جز Si) چنین است:

$$Al^{3+} > P^{3-} > S^{2-} > Cl^-$$

مورد سوم: درست؛ هر سه عنصر P، S و Cl نافلز و مادهٔ مولکولی هستند.

مورد چهارم: نادرست؛ مولکول‌های PCl_3 و SCl_2 قطبی‌اند و در میدان الکتریکی رفتار مشابهی دارند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

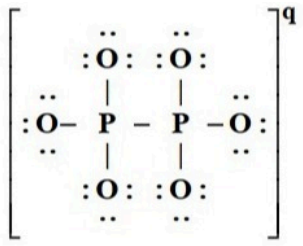
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۹۴ بیشترین نیروی جاذبه و آنتالپی فروپاشی شبکه مربوط به یون‌هایی با بار بیشتر و شعاع کمتر است، یعنی Mg^{2+} و O^{2-} که MgO را می‌سازند.

کمترین نیروی جاذبه و آنتالپی فروپاشی شبکه مربوط به یون‌هایی است که بار کمتر و شعاع بزرگ‌تر دارند، یعنی K^{+} و Cl^{-} که KCl را می‌سازند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۹۵



$$\left.\begin{array}{l}\text{مجموع یکای گروه اتم‌ها} = ۱۰ + ۳۶ = ۴۶ \\ \text{مجموع الکترون‌های ظرفیتی در ساختار} = ۵۰\end{array}\right\} \Rightarrow q = ۴۶ - ۵۰ = -۴$$

$P_۲O_۶^{۴-}$ براساس یون P : عدد اکسایش $۲P - ۱۲ = -۴ \Rightarrow P = +۴$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۶ عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ سوم برابر ۱۸ است، پس مجموع $n+l$ الکترون ظرفیتی عنصر موردنظر از دورهٔ چهارم باید برای ۱۸ باشد که این عنصر $_{۲۲}Ti$ است.

$$_{۲۲}Ti : [_{۱۸}Ar]\underbrace{۳d^{۲}}_{۳+۲}\underbrace{۴s^{۲}}_{۴+۰} \Rightarrow [۲(۳+۲)]+[۲(۴+۰)] = ۱۸$$

عبارت اول: درست

عبارت دوم: درست؛ آلیاژ مخلوطی همگن است. آلیاژی از Ti و Ni به آلیاژ هوشمند معروف است. اتم Ni دارای ۸ الکترون در زیرلایه $۳d$ با $l = ۲$ است.

عبارت سوم: نادرست؛ نقطه ذوب Ti از فولاد بیشتر ولی چگالی آن کمتر است.

عبارت چهارم: درست

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹۷ ترکیب مورد نظر را به‌صورت $C_4H_xO_y$ در نظر می‌گیریم . طبق داده‌های سوال به ۲ معادله خواهیم رسید.

$$C_4H_xO_y \text{ جرم مولی} = 106\,g.mol^{-1} \rightarrow 48 + x + 16y = 106 \rightarrow x + 16y = 58 \quad *$$

نکته هر گاه نسبت درصد جرمی ۲ عضو در یک ترکیب خواسته شده نسبت حاصل برابر با نسبت جرم آن‌ها در ترکیب است.

برای مثال، نسبت درصد جرمی اکسیژن به هیدروژن در گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$ به‌صورت زیر محاسبه می شود.

$$\frac{\text{درصد جرمی O}}{\text{درصد جرمی H}} = \frac{\frac{\text{جرم مولی O} \times 6}{\text{جرم کل}}}{\frac{\text{جرم مولی H} \times 12}{\text{جرم کل}}} = \frac{\text{جرم اکسیژن در ترکیب}}{\text{جرم هیدروژن در ترکیب}} = \frac{16 \times 6}{1 \times 12} = 8$$

مطابق با نکته بالا نسبت درصد جرمی کربن به هیدروژن در ترکیب $C_4H_xO_y$ به‌صورت زیر خواهد بود .

$$\frac{4(12)}{x \times 1} = 4/8 \rightarrow x = 10 \xrightarrow{*} 10 + 16y = 58 \rightarrow y = 3$$

در نتیجه فرمول ترکیب مورد نظر $C_4H_{10}O_3$ خواهد بود .

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۹۸ **بررسی گزینه‌ها:**

۱ دقت کنید که سیلیسم پس از اکسیژن دومین عنصر فراوان در پوسته جامد زمین می‌باشد.

نکته مقایسه فراوانی‌ها به‌صورت زیر خواهد بود.

در پوسته جامد زمین : $Si < O$

در کل سیاره زمین : $Si < O < Fe$

۲ از آنجایی که در خاک رس مقدار اکسیدهای فلزی بسیار زیاد است. افزودن آن به آب خالص موجب تولید محیط بازی می‌شود. در محیط بازی $[OH^-]$ بیشتر از $[H^+]$ است و حاصل $\frac{[OH^-]}{[H^+]}$ افزایش می‌یابد.

۳ یخ خشک $CO_2(s)$ می‌باشد که نوعی جامد مولکولی است. در مواد مولکولی بین اتم‌ها پیوند اشتراکی و میان مولکول‌ها نیروهای بین مولکولی وجود دارد اما CO_2 توانایی برقرار کردن پیوند هیدروژنی را ندارد.

۴ این جمله را در کتاب درسی خواهیم یافت.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹۹ موارد اول تا چهارم از جمله ویژگی‌های مشترک این دو ماده است.

مورد اول: هر دو ترکیب دارای آرایش سه بعدی و منظم هستند.

مورد دوم: می‌توان بلورهایی خالص و تراش‌خورده را از هر دو ترکیب ایجاد کرد.

مورد سوم: سیلیس به عنوان جامد کووالانسی سخت است و یخ نیز از استحکام ویژه‌ای برخوردار است.

نکته اغلب مواد مولکولی نرم هستند اما یخ، جامدی سخت محسوب می‌شود.

مورد چهارم: سیلیس در حالت خالص و تراش خورده مانند یخ شفاف است.

مورد پنجم: دقت کنید که اتم اکسیژن در هیچ یک از این مواد، ۴ پیوند اشتراکی ایجاد نمی‌کند.

مورد ششم: سیلیس جامدی کووالانسی و یخ جامدی مولکولی است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۰ **گام اول:** ابتدا مقدار SiO_2 و H_2O را بدست می‌آوریم.

$$\text{درصد جرمی } SiO_2 = \frac{\text{جرم } SiO_2}{\text{جرم خاک رس}} \times 100 \rightarrow \frac{\text{جرم } SiO_2}{800} \times 100 = 46/5 \rightarrow \text{جرم } SiO_2 = 372\,gr$$

$$\text{درصد جرمی } H_2O = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{جرم خاک رس}} \times 100 \rightarrow \frac{\text{جرم } H_2O}{800} \times 100 = 15/37 \rightarrow \text{جرم } H_2O = 122/96\,gr$$

بر اثر حرارت دادن این نمونه جرم آب کاهش می‌یابد (جرم کل نمونه کم می‌شود) اما جرم باقی مواد تغییری نمی‌کند در این حالت درصد جرمی سایر مواد افزایش می‌یابد.

گام دوم: بر اثر حرارت دادن این نمونه در صورتی که x گرم آب تبخیر شده باشد خواهیم داشت:

درصد جرمی جدید SiO_2 = ۴۶/۵ +۳/۵ = ۵۰

$$\frac{\text{جرم } SiO_2}{\text{جرم جدید نمونه}} \times 100 = 50 \rightarrow \frac{372}{(800 - x)} \times 100 = 50 \rightarrow x = 56gr \quad \text{جرم آب تبخیر شده}$$

$$\text{درصد جرمی آب در نمونه نهایی} = \frac{(122/96 - 56)}{(800 - 56)} \times 100 = \frac{66/96}{744} \times 100 = 9\%$$

ترفند: نیازی به حل کامل قسمت آخر سوال نیست. ۱۰ درصد عدد ۷۴۴ برابر با ۷۴/۴ است از آنجایی که ۶۶/۹۶ از ۷۴/۴ کمتر است عدد حاصل نیز از ۱۰ درصد کمتر است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

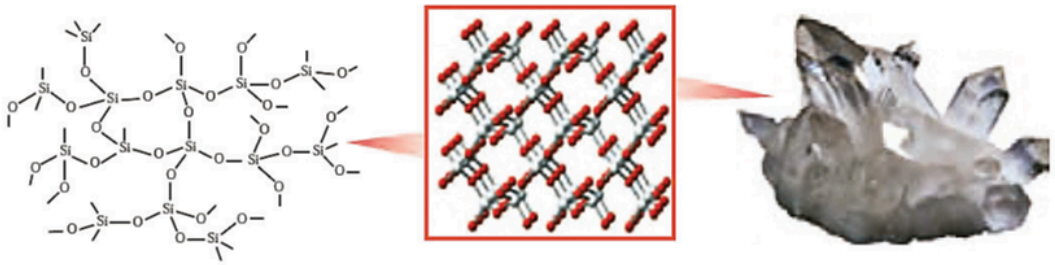
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۱ سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته جامد زمین است به طوری که ترکیب‌های مختلف این ۲ عنصر پیش از ۹۰ درصد پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهد از این رو سیلیس فراوان‌ترین ترکیب کووالانسی موجود در طبیعت است. (نه مولکولی)

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ سیلیس در طبیعت به شکل ناخالص (ماسه) و خالص (کوارتز) یافت می‌شود. شکل خالص سیلیس (کوارتز) دارای خواص نوری ویژه است و در ساخت عدسی و منشور کاربرد دارد .

۲ شکل زیر نمونه‌ای از سیلیس است مطابق با این شکل در سیلیس حلقه‌های هشت ضلعی با اضلاع Si-O یافت می‌شود.



یادآوری: برای مقایسه آنتالپی پیوند به ترتیب‌های زیر عمل می‌کنیم:

۱ـ مرتبه پیوند : $C \equiv C > C = C > C - C$

۲ـ شعاع و طول پیوند $H - F < H - Cl$

۳ـ قطبیت پیوند $C \equiv C < N \equiv O$

۴ الماس میان مواد کووالانسی از نقطه ذوب بسیار بالایی برخودار است (بیشتر از سایر مواد کووالانسی) از طرفی هر دو ماده، ماده کووالانسی هستند و شامل شبکه‌ای پیوسته و غول آسا از پیوندهای اشتراکی هستند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۲

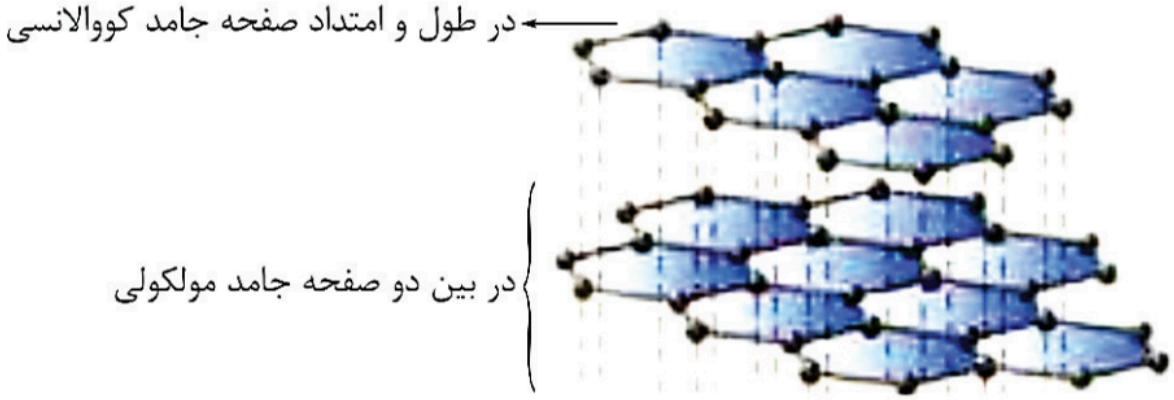
درسنامه

مقایسه ویژگی‌های الماس و گرافیت به شرح زیر است.

ویژگی	الماس	گرافیت
چند بعدی	سه بعدی	دو بعدی
نوع پیوند	$C-C$ (یگانه)	$C=C$ (یک و یک سوم گانه)
فضای خالی	کمتر	بیشتر (بین صفحه‌ها)
چگالی	بیشتر	کمتر
رسانای الکتریکی	کمتر	بیشتر
رسانای گرمایی	بیشتر	کمتر
طول پیوند	بیشتر	کمتر
آنتالپی پیوند	کمتر	بیشتر
سطح انرژی	بیشتر	کمتر
شمار پیوندهای اطراف مرکزی	۴	۴
شمار اتم‌های اطراف هر کربن	۴	۳
فراوانی در طبیعت	کمتر	بیشتر

با توجه به جدول فوق، ۲ مورد اول و آخر نادرست هستند.

آفرود با دقت در ساختار گرافیت، خواهید دید که گرافیت از چند صفحه جداگانه ایجاد شده است. اگر یک صفحه گرافیت را مورد بررسی قرار دهیم، جامد کووالانسی خواهد بود اما با مقایسه دو صفحه خواهیم دید که بین دو صفحه نیروی بین مولکولی وجود دارد.



(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۰۳ **گام اول:** با توجه به درسنامه فوق ابتدا چگالی سطحی گرافیت را بدست می‌آوریم

$$d_{\text{سطحی}} = d_{\text{جسم}} \times \underbrace{h}_{\substack{\text{ضخامت} \\ \text{(فاصله بین لایه‌ها)}}} \rightarrow d_{\text{سطحی}} = ۳/۶ \frac{gr}{cm^۳} \times ۴۰۰nm$$

$$h = ۴۰۰nm \times \frac{۱۰^۹}{۱nm} \times \frac{۱۰۰cm}{۱m} \rightarrow h = ۴ \times ۱۰^{-۵} cm$$

$$d_{\text{سطحی}} = ۳/۶ \times ۴ \times ۱۰^{-۵} = ۱۴/۴ \times ۱۰^{-۵} \, gr/cm^۲$$

گام دوم: اکنون جرم صفحه‌ای به مساحت $۳m^۲$ از گرافن را محاسبه می‌کنیم.

$$M_{\text{گرافن}} = ۳m^۲ \times ۱۴/۴ \times ۱۰^{-۵} \frac{gr}{cm^۲} \xrightarrow{۱m^۲ = ۱۰^۴ cm^۲} ۳ \times ۱۰^{-۱} \times ۱۴/۴gr = ۴/۳۲gr$$

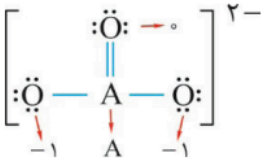
گام سوم: سپس تعداد ذره را محاسبه می‌کنیم.

$$۴/۳۲gr \times \frac{۱mol}{۱۲gr} \times \frac{N_A}{۱mol} = ۰/۳۶N_A$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

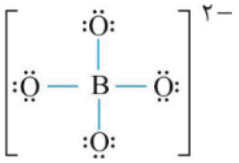
۱۰۴ ابتدا شماره گروه عناصر داده شده را می‌یابیم



روش اول $= A + ۳(۶) - ۲۴ = -۲ \rightarrow A = ۴ \rightarrow$ گروه ۱۴

روش دوم $A + (-۱) + (-۱) + ۰ = -۲ \rightarrow A = ۰$ ← گروه ۱۴

چون A صفر شده یعنی ۴ پیوند تشکیل می‌دهد



روش اول $= B + ۴(۶) - ۳۲ = -۲ \rightarrow B = ۶ \rightarrow$ گروه ۱۶

روش دوم $B + ۴(-۱) = -۲ \rightarrow B = +۲ \rightarrow$ B ۴ پیوند تشکیل داده و امتیاز ۲+ را دارد

پس در حالت عادی ۲ پیوند تشکیل می‌دهد ← گروه ۱۶

اکنون با توجه به این که B و A به ترتیب در گروه‌های ۱۶ و ۱۴ هستند به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم.

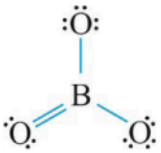
بررسی گزینه‌ها:

۱ تمام عناصر گروه A ، گروه ۱۴ رسانای جریان برق هستند.

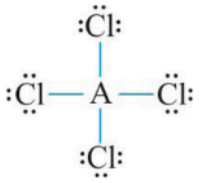
۲ مولکول $AB_۲$ شامل یک عنصر گروه ۱۴ مثل C و ۲ عنصر گروه ۱۶ مثل O یا S است.

مولکول $AB_۲$ می‌توانند مانند $CO_۲$ یا $CS_۲$ باشد که همانند HCN خطی است. دقت کنید که هر ۲ مولکول $AB_۲$ ($CO_۲$ یا $CS_۲$) برخلاف HCN قطبی نیستند.

۳ ساختار لوییس دو گونه $ACl_۴$ و $BO_۳$ به‌صورت زیر خواهد بود.



$$\frac{\text{شمار جفت ناپیوندی}}{\text{شمار جفت پیوندی}} = \frac{۸}{۴} = ۲$$



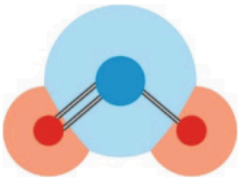
$$\frac{\text{شمار جفت ناپیوندی}}{\text{شمار جفت پیوندی}} = \frac{۱۲}{۴} = ۳$$

نسبت خواسته شده برابر با $\frac{۳}{۲}$ خواهد بود.

۴ از آنجایی که ترکیب ABO در واکنش یافت می‌شود عنصر A اکسیژن نبوده و گوگرد می‌باشد عنصر B نیز اتم کربن خواهد در این صورت واکنش به‌صورت زیر خواهد بود.

$$۲SCO + ۳O_۲ \rightarrow \underbrace{۲CO_۲}_{BO_۲} + \underbrace{۲SO_۲}_{AO_۲}$$

نقشه پتانسیل الکتریکی $AO_۲(SO_۲)$ با توجه به شعاع اتمی و خصلت نافلزی به‌صورت زیر خواهد بود.



(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

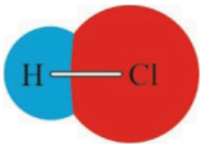
۱۰۵ تنها عبارت ت درست می‌باشد.

بررسی موارد:

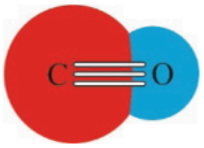
الف دقت کنید که اغلب مولکول‌هایی که از یک نوع اتم ساخته شده‌اند، در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. اما برخی مانند اوزون (O_3) با این که از یک نوع مولکول ساخته شده‌اند در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

ب در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی، اتمی به رنگ سرخ نمایش داده می‌شود که خاصیت نافلزی بیشتری داشته باشد بدین منظور دو حالت پیش می‌آید.

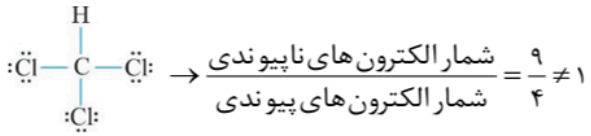
حالت اول: شعاع اتم با خاصیت نافلزی بیشتر، بیشتر است: مانند HCl



حالت دوم: شعاع اتم با خاصیت نافلزی کمتر، کمتر است مانند : CO

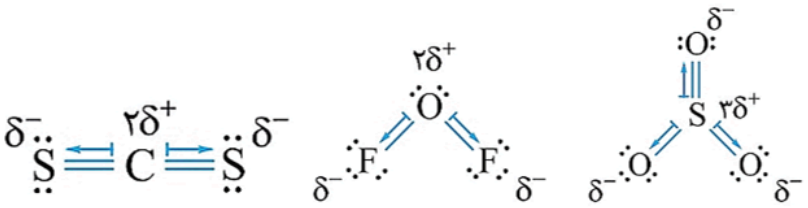


پ کربونیل سولفید و کلروفرم به علت متفاوت بودن اتم‌های کناری قطبی هستند. میان این دو ترکیب، کلروفرم در ساختار خود فاقد پیوند دو گانه است.



ت ساختار هر یک از مولکول‌ها به‌صورت زیر خواهد بود

خاصیت نافلزی $O > S$ خاصیت نافلزی $F > O$ خاصیت نافلزی $S > C$



همان‌طور که می‌بینید در هر سه ماده داده شدن، اتم مرکزی دارای بار جزئی مثبت است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

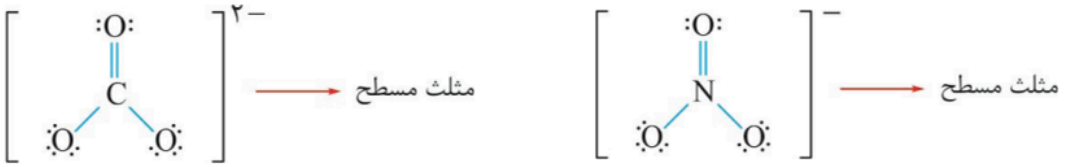
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۶ انحلال N_2O_5 و CO_2 در آب به‌صورت زیر است

$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 \rightarrow 2H^+ + 2NO_3^-$$

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$$

ساختار لوویس گونه‌های آنیون به‌صورت زیر است.



هر دو یون، چند اتمی و بدون جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی با اتم‌های کناری یکسان هستند؛ پس ناقطبی هستند.

ترفند: با نسبت دادن بار به اتم مرکزی خواهیم دید هر دو گونه مرکزی مشابه عنصری در گروه ۱۶ خواهند بود. به طور کلی گونه‌هایی که با نسبت دادن بار به اتم مرکزی مشابه می‌شوند قطعا شکل هندسی یکسانی دارند.

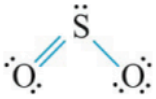
$$\left.\begin{array}{l} CO_3^{2-} \xrightarrow{\text{مشابه}} SO_3 \\ NO_3^- \xrightarrow{\text{مشابه}} SO_3 \end{array}\right\} \rightarrow \text{شکل هندسی یکسان}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در صورتی که رفتار SO_x در برابر باریکه آب متفاوت با CO_2 باشد SO_x برخلاف CO_2 قطبی خواهد بود.

برای SO_x دو حالت SO_2 و SO_3 موجود است SO_2 اکسید قطبی و SO_3 اکسید ناقطبی گوگرد است.

با توجه به نکته قبل، ترکیب مورد نظر SO_2 می‌باشد که ساختار رو به رو را دارد.



در این ترکیب تنها یک پیوند یگانه یافت می‌شود.

۲ مولکول ناقطبی می‌تواند دارای بار جزئی مثبت و منفی باشد.

مواد ناقطبی در میدان الکتریکی جهت‌گیری نامنظمی دارند.

آفرود یون‌ها در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی کنند بلکه حرکت می‌کنند، چون دارای بار الکتریکی هستند.

۳ برای مثال در مولکول SCO با اینکه مولکول ۳ اتمی و خطی است اما گشتاور دو قطبی آن بالاتر از صفر است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud

۱۰۷ تنها عبارت (ت) درست است.

بررسی همهٔ موارد:

الف پختن نان سنگک بر روی دانه‌های درست سنگ را می‌توان نشانی از مقاومت گرمایی سیلیس دانست (نه سیلیسیم)

ب عنصرهای هشتم و چهاردهم جدول تناوبی به ترتیب ($_8O$) و ($_{14}Si$) می‌باشند. مطابق با کتاب درسی، ترکیبات گوناگون (نه ترکیب دوتایی) این دو عنصر، بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

پ

نکته یکی از روش‌های مقایسه نقطه ذوب سختی اغلب مواد کووالانسی، استفاده از آنتالپی پیوند است. به‌طوری که نقطه ذوب و سختی با آنتالپی پیوند رابطه مستقیم دارد.

از آنجایی که آنتالپی پیوند Si ـ O از Si ـ Si بیشتر است (به علت کمتر بودن طول پیوند و قطبیت) دمای جوش سیلیس (SiO_2) از سیلیسیم (Si) بیشتر است.

ت سیلیس (SiO_2) به‌صورت خالص (کوارتز) و یا ناخالص (شن و ماسه) یافت می‌شود. درصد جرمی اکسیژن در خود SiO_2 به‌صورت زیر می‌باشد.

$$\text{درصد جرمی O} = \frac{۲\times۱۶}{۲\times۱۶+۲۸}\times۱۰۰ = \frac{۳۲}{۶۰}\times۱۰۰ = ۵۳/۳\%$$

اما ماسه نمونه ناخالص سیلیس است که درصد جرمی عنصرهای O و Si به دلیل مقداری ناخالصی کمتر از این میزان در ترکیب (SiO_2) می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۸ موارد (الف) و (ب) نادرست بوده و موارد (پ) و (ت) درست هستند.

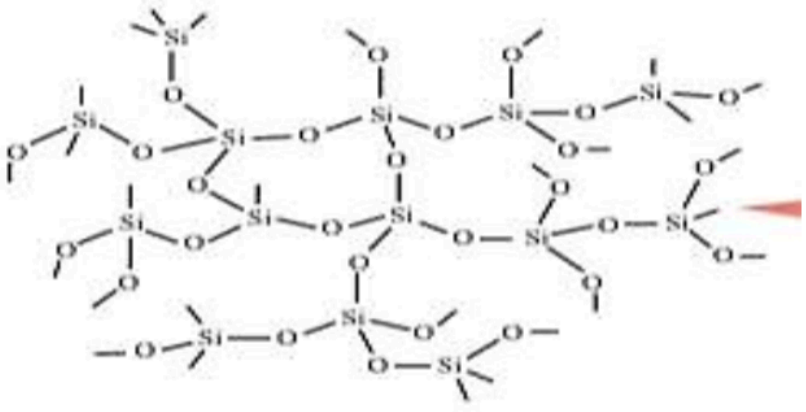
بررسی عبارت‌ها:

الف چگالی نمونه‌ای از الماس بیشتر از چگالی نمونه‌ای از گرافیت می‌باشد. در این حالت :

$$\frac{d_{\text{الماس}}}{d_{\text{گرافیت}}} = \frac{m_{\text{الماس}}\times V_{\text{گرافیت}}}{m_{\text{گرافیت}}\times V_{\text{الماس}}} > ۱$$

در صورتی که جرم الماس و گرافیت برابر باشد ($m_{\text{گرافیت}} = m_{\text{الماس}}$) در این صورت $\frac{V_{\text{گرافیت}}}{V_{\text{الماس}}} > ۱$ است یعنی حجم گرافیت بیشتر از الماس خواهد بود.

ب در صورتی که حجم الماس و گرافیت برابر باشد ($V_{\text{گرافیت}} = V_{\text{الماس}}$) در این صورت $\frac{m_{\text{الماس}}}{m_{\text{گرافیت}}} > ۱$ است با توجه به بیشتر بودن جرم الماس و برابر بودن جرم مولی هر دو ترکیب، تعداد اتم‌ها در الماس (آلوتروپ شفاف) بیشتر است.



پ در نمونه‌ای از بلور سیلیس مطابق با شکل روبه‌رو، ساختارهای ۸ ضلعی یافت می شود. که در این ساختارها، چهار اتم Si و چهار اتم O وجود دارد.

ت یکی از معیارهای مقایسه سختی اغلب مواد؛ استفاده از آنتالپی پیوند است. به ویژه در موادی با ساختار مشابه به‌طوری که هر چه آنتالپی پیوند بیشتر باشد، سختی ماده مورد نظر بیشتر خواهد بود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud

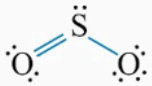
۱۰۹ **بررسی گزینه‌ها:**



۱ همواره عنصری که شـــعاع بزرگ‌تری دارد، دارای خصلت نافلزی بیشتری نیست، برای مثال در مولکول CO، اتم کربن با شعاع اتمی بزرگ‌تر به رنگ آبی نشان داده می‌شود.

۲ در صورتی که اتم مرکزی در گونه‌ای شامل جفت الکترون ناپیوندی باشد، این گونه قطبی محسوب می‌شود. مطابق با درسنامه، مواد قطبی دارای نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی نامتقارنی هستند.

۳ مولکول‌های ســـه اتمی یا به‌صورت خطی و یا به‌صورت خمیده هســـتند. در صورتی که یک مولکول ســـه اتمی خمیده باشد، باید در ساختار خود جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی داشته باشد. برای مثال:

HCN	SO_2
H—C≡N:	
سه اتمی و فاقد جفت ناپیوندی روی اتم مرکزی ← خطی	سه اتمی و دارای جفت ناپیوندی روی اتم مرکزی ← خمیده

۴ هر دو مولکول CO_2 و CS_2، مولکول‌های چند اتمی با اتم‌های کناری یکسان و اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی هستند، در نتیجه هر دو ناقطبی می‌باشند. $\ddot{S}=C=\ddot{S}$ $\ddot{O}=C=\ddot{O}$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۱۰ ابتدا عنصر X را می‌یابیم. از آنجایی که این عنصر ۳ الکترون با $l = 1$ (در کل زیر لایه‌های p) شروع به نوشتن آرایش الکترونی می‌کنیم تا آرایش مورد نظر را بدست آوریم.

$$X = {}_{1s}^{2}\,{}_{2s}^{2}\,\underbrace{{}_{2p}^{3}}_{\text{۳ الکترون در زیرلایه با } l=1} \rightarrow X = {}_{7}N$$

با توجه به این که عنصر مورد نظر، نیتروژن است، موارد (آ)، (ب) و (پ) درست هستند.

اکنون به بررسی موارد می‌پردازیم.

الف نیتروژن نافلز است و در طبیعت به شکل ۲ اتمی یافت می شود.

ب نیتروژن در مجاورت با فلزها و تشکیل ترکیب یونی به‌صورت N^{3-} (یون نیترید) در می‌آید.

پ نیتروژن عنصری از گروه ۱۵ جدول تناوبی می‌باشد. آرایش الکترونی نقطه‌ای برای نیتروژن به‌صورت $\cdot\ddot{N}\cdot$ می باشد.

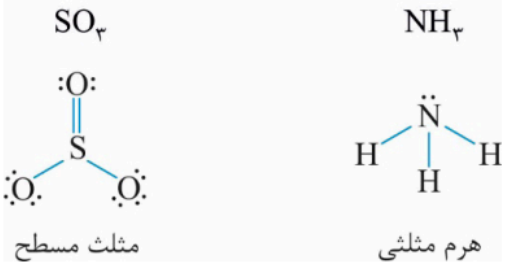
نکته **دامنهٔ تغییر عدد اکسایش برای:**

نافلزات (به جز O و F): Max: تعداد e^-های ظرفیتی یکان شمارهٔ گروه؛ Min: Max − ۸

فلزات: Max: یکان شماره گروه (به جز گروه‌های ۸,۹,۱۰,۱۱)؛ Min: صفر

با توجه به نکته فوق بیشترین عدد اکسایش نیتروژن برابر با ۵+ می‌باشد.

ت مولکول XH_3، آمونیاک خواهد بود. آمونیاک برخلاف SO_3 به علت داشتن جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی، دارای ساختار هرم مثلثی می‌باشد.

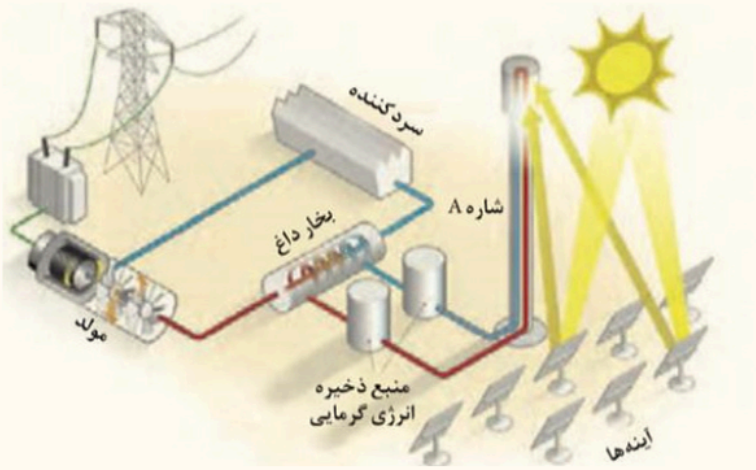


(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

درسنامه

خورشید بزرگترین منبع انرژی تجدیدپذیر است که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می‌دارد. شکل زیر نمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نمایش می‌دهد.



با توجه به شکل فوق آینه‌ها پرتوهای خورشیدی را روی برج گیرنده (نه منبع ذخیره انرژی گرمایی) متمرکز می‌کنند تا ترکیب یونی ذوب شده و به‌صورت مذاب درآید. (فرآیند فیزیکی و گرماگیر)

ترکیب یونی ذوب شده و به گردش در می‌آید و در مجاورت با آب مایع، گرمای خود را به آب می‌دهد. (دمای ترکیب یونی کاهش و دمای آب افزایش می‌یابد)

بخار آب با چرخاندن پره‌های توربین موجب تولید برق در مولد می‌شود. بخار آب نهایتاً به سردکننده برگشته و به حالت مایع درمی‌آید. (فرایندی فیزیکی و گرماده)

بررسی موارد

الف مطابق با درسنامه فوق، در بخشی از این فرایند ترکیب یونی مذاب گرمای خود را به آب داده و موجب تبخیر آن می‌شود.

ب آینه‌هـــا با متمرکز کردن پرتوهای خورشـــیدی انرژی لازم را برای ذوب ترکیـــب یونی فراهم می‌کنند. هر چه نقطه ذوب این ترکیب بیشتر باشد، گرمای بیشتر و در نتیجه تعداد آینه بیشتری نیاز می‌شود.

نکته به‌طور کلی، نقطه ذوب ترکیب یونی با آنتالپی شبکه بلور رابطه مستقیم داشته و آنتالپی شبکه بلور با چگالی بار یون‌ها رابطه مستقیم دارد.

Cu نسبت به NaCl به دلیل شعاع کوچک‌تر آنیون و کاتیون ، چگالی بار بیشتر و در نتیجه، آنتالپی شبکه بلور و نقطه ذوب بیشتری دارد. به همین دلیل به منظور تامین انرژی لازم برای ذوب آن باید تعداد آینه‌ها را افزایش داد.

پ در این فناوری، آب (ترکیب مولکولی) به هر دو حالت بخار و مایع یافت می‌شود، اما ترکیب یونی فقط به‌صورت مایع یافت می‌شود.

ت دقت کنید که خورشید منبع تجدیدپذیر انرژی محسوب می‌شود.

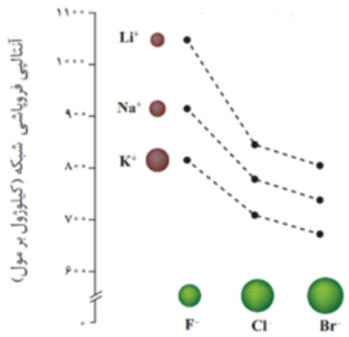
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۱۲ **بررسی گزینه‌ها:**

۱ چگالی بار یون هم ارز نسبت اندازه بار یون حجم یونی می‌باشد که نسبت ساده‌تر آن اندازه بار یون به شعاع یون است.

۲ آنتالپی فروپاشی شبکه یونی $LiCl$ کمتر از NaF می‌باشد اما آنتالپی فروپاشی به ازای یک مول جامد یونی سنجیده می‌شود، نه یک گرم از آن!

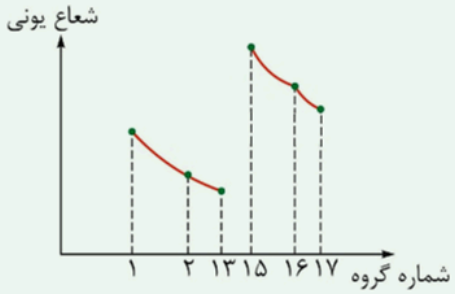


نکته ترتیب آنتالپی فروپاشی زیر را بهتر است حفظ باشید.

آنتالپی فروپاشی شبکه: $LiF > NaF > LiCl > KF \geq LiBr > NaCl > NaBr > KCL > KBr$

۳ برای بررسی این گزینه ابتدا به کادر نکتهٔ زیر توجه کنید:

نکته نمودار مقابل شعاع یونی عناصر اصلی یک دوره را بر حسب شماره گروه آن نمایش می‌دهد. مطابق با این نمودار: بیشترین شعاع و کمترین شعاع یونی به ترتیب مربوط به عناصر گروه ۱۵ و ۱۳ می‌شود.



مطابق با نکته فوق، اختلاف مورد نظر برابر با ۲ می‌باشد که برابر با عدد اتمی اولین گاز نجیب $(_{2}^{4}He)$ می‌باشد.

۴ نقطه ذوب جامد یونی با آنتالپی فروپاشی شبکه یونی رابطه مستقیم دارد اما با تبدیل Na_2S به NaF مجموع اندازه بار آنیون و کاتیون کاهش یافته و مقدار نقطه ذوب و آنتالپی فروپاشی کاهش می‌یابد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۱۳ ابتدا بار گونه موردنظر را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{چگالی بار} = \frac{|\text{بار یون}|}{\text{شعاع یون}} \rightarrow ۷/۶\times۱۰^{-۳} = \frac{|-n|}{۱۳۲} \rightarrow |-n| = ۱۳۲\times۷/۶\times۱۰^{-۳} \rightarrow |-n| \simeq ۱ \rightarrow n = -۱$$

در نتیجه اتم x ، هالوژنی از گروه ۱۷ جدول تناوبی بوده است.

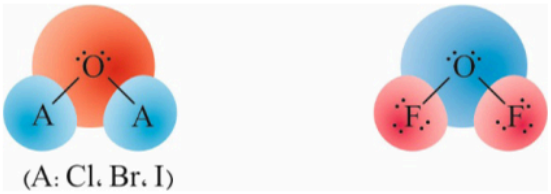
بررسی گزینه‌ها:

۱ هالوژن‌ها در گروه ۱۷ جدول تناوبی قرار دارند و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت آن‌ها به‌صورت $ns^۲np^۵$ می‌باشد. هالوژن‌ها در آخرین لایه خود دارای ۷ الکترون می‌باشند.

۲ ترکیب یونی حاصل از پتاسیم (K^+) و یون (X^-) به صورت KX می‌باشد که در آن عدد کوئوردیناسیون آنیون و کاتیون برابر است.

نکته اگر ترکیبی یونی به‌صورت AB باشد در این صورت، عدد کوئوردیناسیون آنیون و کاتیون در آن با هم برابر خواهد بود.

۳ اتم اکسیژن نسبت به اغلب نافلزها، خصلت نافلزی بیشتری دارد و در نتیجه به‌صورت سرخ رنگ در نقشه پتانسیل نمایش داده می‌شود اما در صورتی که X ، فلوئور باشد آن گاه فلوئور سرخ خواهد بود، زیرا اتم F تمایل بیشتری به جذب الکترون‌های اشتراکی نسبت به اتم O دارد.



۴ ترکیب حاصل از کلسیم و X به‌صورت $(CaX_۲)$ خواهد بود. در این ترکیب جمع اندازه بار آنیون و کاتیون (۱ + ۲) کوچک‌تر از این میزان برای (CaO) می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۴ تنها عبارت آخر درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول) براساس این مدل، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است . (نه کاتیون‌ها والکترون)

عبارت دوم) مدل دریای الکترونی برای توجیه برخی خواص فیزیکی (مانند رسانای الکتریکی و چکش خواری) استفاده می‌شود نه برای توجیه خواص شیمیایی

عبارت سوم) در مدل دریای الکترونی، مجموع شمار الکترون‌ها با مجموع بار یون‌ها فلزی برابر است. نه لزوماً تعداد آن‌ها. برای مثال در دریای الکترونی منیزیم شمار الکترون‌ها، ۲ برابر شمار یون‌های فلزی $(Mg^{۲+})$ می‌باشد.

عبارت چهارم) در مدل دریای الکترونی، الکترون‌ها را به علت حرکت آزادانه نمی‌توان متعلق به یک یون معین دانست.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۵ **سرنخ** ابتدا با داده‌های استوکیومتری، پس از موازنه کردن با روش اکسایش کاهش تفاضل m و n را به‌دست بیاورید و انواع حالات را در نظر بگیرید.

گام اول: ابتدا واکنش را موازنه می‌کنیم، واکنش موازنه شده به‌صورت زیر خواهد بود:

$$۳V^{m+}(aq)+(m-n)Zn(s)\rightarrow ۳V^{n+}(aq)+(m-n)Zn^{۲+}(aq)$$

گام دوم: اکنون تفاضل m و n را بدست می‌آوریم.

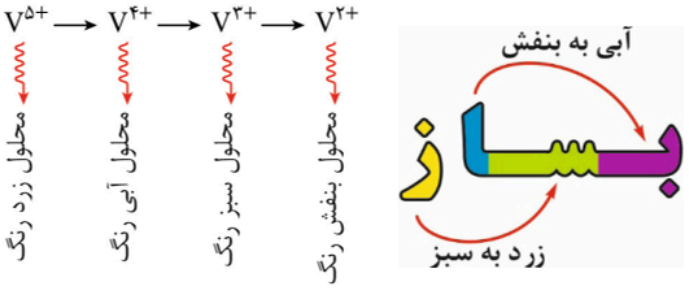
روش اول:

$$۹/۱gr\,V^{m+}\times\frac{۱molV^{m+}}{۱molV^{m+}}\times\frac{(m-n)mole^-}{۱molV^{m+}}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}e^-}{۱mole^-}=۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}\rightarrow m-n=۲$$

روش دوم:

$$\frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{تعداد }e^-}{\text{مول الکترون مبادله شده}\times NA}\rightarrow\frac{۹/۱}{۲\times۱۸۲}=\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}}{۲(m-n)\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}\Rightarrow m-n=۲$$

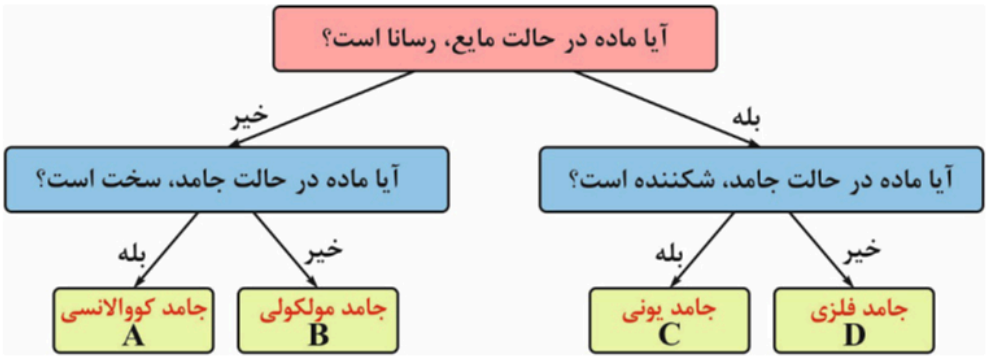
گام سوم: در صورتی که m-n برابر با ۲ باشد؛ ۲ حالت متفاوت را برای رنگ می توان در نظر گرفت.



تنها حالت موجود در سوال «زرد ـ سبز» می باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۶ نمودار تکمیل شده به‌صورت زیر خواهد بود.



بررسی گزینه‌ها:

۱ عناصر دوره سوم به ترتیب مقابل می‌باشد: $Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar$

در این دوره سه عنصر اول جامد فلزی هستند، عنصر چهارم (Si) جامدی کووالانسی و S و P به شکل جامدهای مولکولی در طبیعت هستند.

تذکر گاز آرگون (Ar) و گاز کلر ($Cl_۲$) مواد مولکولی هستند اما در دما و فشار اتاق گاز بوده و جامد مولکولی نیستند.

۲ در سه دسته A ، B و D می‌توان عنصرها را به حالت آزاد یافت.

۳ آلیاژ نیتینول یا همان آلیاژ هوشمند مخلوط در فلز نیکل و تیتانیوم است که نوعی جامد فلزی بوده و در دسته D قرار می‌گیرد.

۴ جامد یونی (دسته C) قطعاً ترکیب بوده و نمی‌تواند عنصر باشد اما در دسته A هم مواد به‌صورت عنصر (الماس و سیلیسم) و هم مواد به‌صورت ترکیب (سیلیس و سیلیسیم کربید) یافت می‌شوند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud

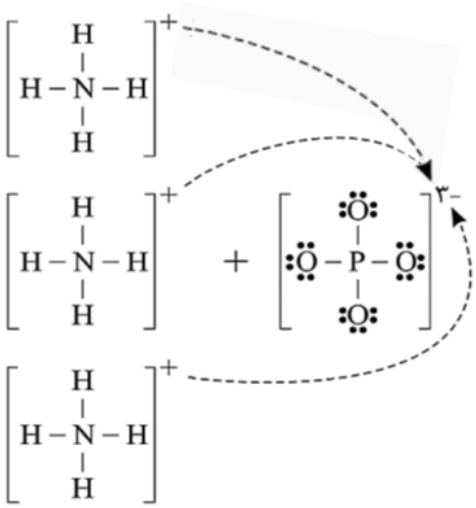
۱۱۷

۱ تنوع مواد مولکولی از مواد کووالانسی بیشتر می‌باشد، مواد مولکولی در حالت مایع رسانا نبوده و در حالت جامد اغلب نرم هستند.

نکته ترتیب فراوانی انواع جامدات در طبیعت به صورت جامد یونی > جامد مولکولی < جامد فلزی> جامد کووالانسی می‌باشد.

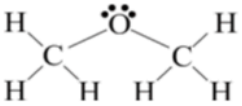
نکته یخ برخلاف اغلب مواد مولکولی، جامدی سخت می‌باشد.

۲ ترکیب یونی آمونیوم فسفات به صورت $(NH_4)_3PO_4$ می‌باشد. این ترکیب حاوی ۳ کاتیون آمونیوم و یک آنیون فسفات می‌باشد.



$$\frac{\text{جفت الکترون ناپیوندی}}{\text{جفت الکترون پیوندی}} = \frac{۱۲}{۱۶} = \frac{۳}{۴}$$

دی‌متیل‌اتر ساده‌ترین عضو خانواده اترها با فرمول مولکولی (CH_3OCH_3) می‌باشد. ساختار این ترکیب به صورت زیر می‌باشد:



$$\frac{\text{جفت الکترون ناپیوندی}}{\text{جفت الکترون پیوندی}} = \frac{۲}{۸} = \frac{۱}{۴}$$

نسبت جفت الکترون‌های ناپیوندی به جفت الکترون‌های پیوندی در آمونیوم فسفات $(\frac{۳}{۴})$، سه برابر این نسبت در دی متیل اتر $(\frac{۱}{۴})$ می‌باشد.

۳ جیوه نوعی عنصری فلزی است اما در دما و فشار اتاق به صورت مایع می‌باشد.

نکته

هر عنصری که در دما و فشار اتاق به حالت گاز است ← جامد مولکولی

هر عنصری که در دما و فشار اتاق به حالت مایع است ← جامد مولکولی (مثل Br_2)، جامد فلزی (جیوه)

هر عنصری که در دما و فشار اتاق به حالت جامد است ← جامد مولکولی، جامد فلزی و جامد کووالانسی

دقت کنید که جامد یونی به صورت عنصر نیست و ترکیب می‌باشد.

۴ سیلسیم کربید (SiC) نوعی ساینده ارزان قیمت بوده، از آنجایی که آنتالپی پیوند $Si-C$ از $Si-O$ کمتر می‌باشد، این ماده سختی کمتری دارد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۱۸ ۱

نکته به منظور جدا کردن و استخراج یک فلز بایستی فلز آزاد موجود در واکنش، واکنش‌پذیری بیشتری داشته باشد. برای مثال اگر برای استخراج فلز A از فلز B استفاده شود:

واکنش‌پذیری : $B > A \rightarrow AC + B \rightarrow$ واکنش انجام می‌شود

از آنجایی که واکنش‌پذیری فلز منیزیم از تیتانیم بیشتر است، به منظور استخراج تیتانیم می‌توان از منیزیم کمک گرفت. واکنش مقابل، واکنش استخراج تیتانیم به کمک فلز منیزیم است:

$$TiCl_{۴(s)} + ۲Mg_{(s)} \rightarrow ۲MgCl_{۲(s)} + Ti_{(s)}$$

۲ $TiO_۲$ یا تیتانیم (IV) اکسید به عنوان رنگدانه سفیدرنگ در صنایع گوناگون کاربرد دارد.

۳ نیتینول یا آلیاژ هوشمند، آلیاژی متشکل از نیکل ($_{۲۸}Ni$) و تیتانیم ($_{۲۲}Ti$) می‌باشد. مجموع عدد اتمی این دو عنصر برابر با ۵۰ می‌باشد. عنصر مورد استفاده در آهن حلبی، قلع با عدد اتمی ۵۰ ($_{۵۰}Sn$) می‌باشد.

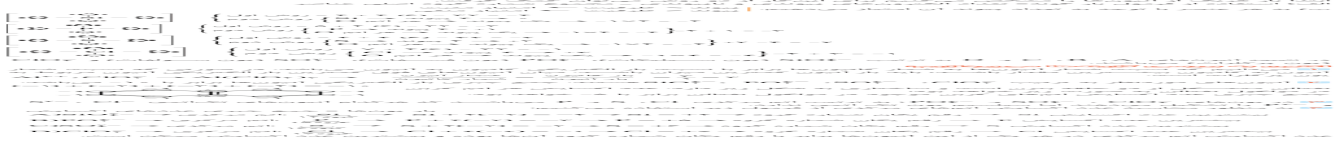
۴ نقطه ذوب فلز تیتانیوم ($۱۶۶۷^\circ C$) از نقطه ذوب و جوش نمک طعام (به ترتیب $۸۰۱^\circ C$ و $۱۴۱۳^\circ C$) بیشتر می‌باشد. در نتیجه نقطه جوش آن نیز از این دو مقدار بیشتر خواهد بود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

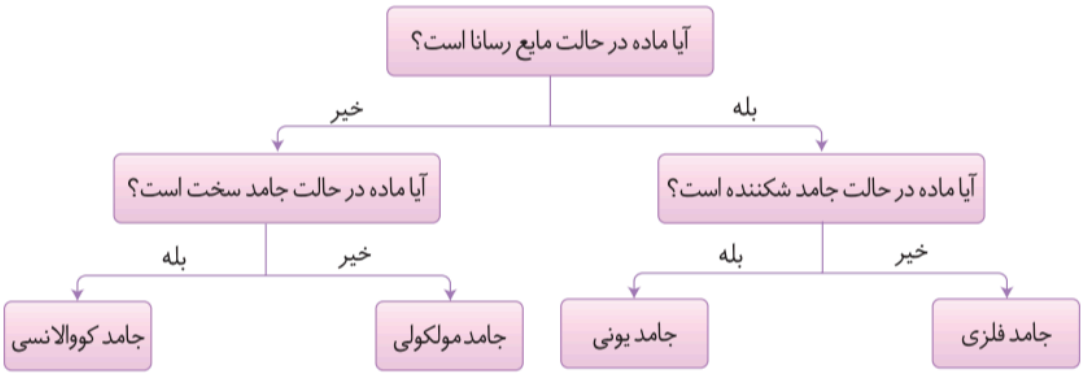
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۲۰ با توجه به نمودار زیر می‌توان به سوال پاسخ داد:



اکنون گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

۱ طلا جامدی فلزی است، یعنی طلا در حالت مایع رسانا بوده اما شکننده نیست.

۲ کلروفرم یک ماده‌ای مولکولی است، یعنی در حالت مایع رسانا نبوده و در حالت جامد نیز سخت نخواهد بود.

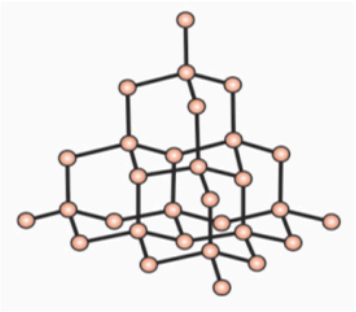
۳ سیلسیم کربید یک جامد کووالانسی است، یعنی در حالت مایع نارسانا بوده و در حالت جامد سخت است.

۴ گوگرد جامد مولکولی است، یعنی در حالت مایع نارسانا بوده و در حالت جامد سخت نیست.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۲۱ تنها مورد دوم نادرست است.

بررسی همهٔ موارد:



۱ ساختار جامدهای کووالانسی سیلیسیم، الماس و سیلیسیم کربید یکسان بوده و به صورت شکل زیر می‌باشد.

۲ دقت کنید که سیلیسیم پس از اکسیژن، فراوان‌ترین عنصر موجود در پوسته جامد زمین است، سیلیسیم خود فراوان‌ترین شبه فلز پوسته زمین می‌باشد.

۳ عنصرهای سیلیسیم و کربن، عناصر اصلی تشکیل‌دهنده جامدات کووالانسی هستند و از آن‌ها تا به حال یون تک‌اتمی پایدار یافت نشده است.

۴ عنصر سیلیسیم در طبیعت به صورت خالص یافت نشده و به طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود.

۵ سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی است که طی واکنش زیر تهیه می‌شود:

$$SiO_{2(s)} + 2C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Si(l) + 2CO(g)$$

آفرود مطابق با واکنش فوق، واکنش‌پذیری C از Si بیشتر است اما از طرفی سطح انرژی سیلیسیم از الماس و گرافیت بالاتر است، در نتیجه ناپایدارتر بوده و واکنش‌پذیری آن بیشتر است.

در پاسخ به این دوراهی باید گفت که این مقایسه‌ها در دماهای متفاوتی مطرح شده است. در واقع:

مقایسه واکنش‌پذیری C و Si	- در دماهای بالا ← واکنش‌پذیری: کربن > سیلیسیم - در دمای اتاق ← واکنش‌پذیری: سیلیسیم > کربن

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۲۲ آرایش الکترونی فشردهٔ $_{۲۲}Ti$ به صورت مقابل خواهد بود: $_{۲۲}Ti : [_{۱۸}Ar]۳d^{۲} / ۴s^{۲}$

حاصل مجموع $n+l$ برای الکترون‌های ظرفیتی این عنصر $(۴s^{۲}, ۳d^{۲})$ برابر است با:

$$۲(۳d)+۲(۴s) \longrightarrow ۲(۳+۲)+۲(۴+۰)=۱۸$$

آرگون نیز سومین گاز نجیب با عدد اتمی ۱۸ می‌باشد. $(_{۱۸}Ar)$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ $TiO_۲$ به عنوان رنگ‌دانه سفید کاربرد داشته و تمام طول موج‌های نور مرئی را بازتاب می‌کند اما ترکیب $TiO_۲$ نوعی ترکیب یونی است نه کووالانسی.

۲ نام صحیح این ترکیب تیتانیوم (IV) اکسید است. (نه VI)

۳ این ترکیب یونی است و برای آن شکل هندسی مانند مولکول‌ها تعریف نمی‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۲۳ عناصر به کار رفته در آلیاژ هوشمند، نیکل $(_{۲۸}Ni)$ و تیتانیوم $(_{۲۲}Ti)$ هستند. هر دو عنصر در دوره ۴ و دسته d جدول دوره‌ای قرار دارند. مجموع عدد اتمی این دو عنصر ۵۰ است که برابر با عدد اتمی قلع $(_{۵۰}Sn)$، چهارمین عنصر گروه ۱۴ جدول تناوبی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ دلیل تنوع رنگ محلول‌های آبی نمک‌های وانادیم، تفاوت عدد اکسایش فلز وانادیم در هر محلول است، نه دریای الکترونی.

آفرود به جز وانادیم (II) سایر عددهای اکسایش در ترکیب وانادیم با اکسیژن شرکت می‌کنند؛ مانند $VO_۳^{+}(aq)$ که عدد اکسایش وانادیم در آن برابر با ۵+ است، عدد اکسایش‌های بزرگ‌تر از ۲ وانادیم به صورت یون چندااتمی وجود دارند نه جامد فلزی.

۲ مدل دریای الکترونی، مدلی برای توجیه برخی خواص فیزیکی فلزات است، اما دقت کنید با آن‌که در شبکه بلوری جامدهای فلزی کاتیون یافت می‌شود، آنیون‌ها در ساختار این شبکه یافت نمی‌شوند و جامد فلزی فاقد آنیون است.

۳ هر سه ترکیب یخ خشک $(CO_۲(s))$، $TiO_۲$ و $AgCl$ سفیدرنگ هستند. این ترکیبات، همه‌ی طول موج‌های نور مرئی را بازتاب می‌کنند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۴ موارد (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی همهٔ موارد:

$$\text{چگالی بار یون} = \frac{\text{بار یون}}{\text{شعاع یون}}$$

الف به منظور مقایسه چگالی بارها ابتدا به اندازه بار الکتریکی آن‌ها نگاه می‌کنیم (هرچه اندازه بار الکتریکی بیشتر باشد، چگالی بار نیز بیشتر خواهد بود.) در صورت برابر بودن اندازه بار الکتریکی گونه‌ها، به سراغ مقایسه شعاع یونی آن‌ها می‌رویم، به طوری که هر چه شعاع یونی گونه‌ای بزرگ‌تر باشد، چگالی بار آن کوچک‌تر است.

ترتیب چگالی بار: $Al^{3+} > Mg^{2+} > O^{2-} > Na^{+}$

تربیت اندازهٔ بار الکتریکی: $Al^{3+} > Mg^{2+} = O^{2-} > Na^{+}$

تربیت شعاع گونه‌ها: $Al^{3+} < Mg^{2+} < Na^{+} < O^{2-}$

ب ابتدا به نکات زیر توجه کنید:

نکته ترتیب زیر را در ارتباط با نقطه‌جوش هالیدهای فلزهای قلیایی حفظ باشید.

آنتالپی فروپاشی شبکه بلور: $LiF > NaF > LiCl > KF > LiBr > MnCl > NaBr > KCl > KBr$

نکته **به منظور مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه ترکیب‌های یونی:**

۱ اولویت با جمع قدرمطلق بارهای الکتریکی است.

۲ در صورت برابر بودن جمع قدرمطلق بارهای الکتریکی به سراغ بررسی شعاع گونه‌ها می‌رویم. مطابق با نکات فوق ترتیب آنتالپی فروپاشی این ترکیبات به صورت زیر خواهد بود:

فروپاشی ΔH: $K_2S > LiF > NaBr > KCl$

پ به منظور بررسی این عبارت از نکته زیر کمک می‌گیریم:

نکته **مقایسه گستره دمایی مایع بودن ترکیبات به صورت:**

فلزی < یونی < مولکولی با تشکیل پیوند هیدروژنی < مولکولی قطبی < مولکولی ناقطبی

مطابق با نکته فوق، مقایسه عبارت "پ" درست است.

$$\underset{\text{فلزی}}{2Cu} > \underset{\text{یونی}}{NaCl} > \underset{\text{مولکول با تشکیل پیوند هیدروژنی}}{H_2O} > \underset{\text{مولکول ناقطبی}}{N_2}$$

ت نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون در همه این ترکیب‌ها برابر با «۱» است.

نکته **در ترکیبی با فرمول A_mB_n:**

$$\frac{\text{عدد کوئوردیناسیون A}}{\text{عدد کوئوردیناسیون B}} = \frac{\text{تعداد آنیون(B)}}{\text{تعداد کاتیون(A)}} = \frac{\text{بار کاتیون(A)}}{\text{بار آنیون(B)}} = \frac{n}{m}$$

با توجه به رابطه فوق، در ترکیباتی با فرمول AB نسبت عدد کوئوردیناسیون کاتیون به آنیون برابر با یک است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۵ نخست معادله واکنش‌های انجام شده را موازنه می‌کنیم:

$$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3SO_3$$
$$4KNO_3 \rightarrow 2K_2O + 2N_2 + 5O_2$$

تذکر شمار الکترون‌های مبادله شده در این فرایند برابر است با:

$$\text{شمار الکترون‌های مبادله شده} = \underset{\text{ضریب } H_2O}{2} \times \underset{\text{شمار (زیروند) هیدروژن}}{2} \times \underset{\text{تغییر عدد اکسایش هیدروژن}}{1} = 4$$

باتوجه به مبادله ۲/۴ مول الکترون در واکنش برقکافت آب، باید مقدار گاز اکسیژن حاصل از این فرایند را به دست آوریم:

$$2/4\,mole^- \times \frac{1\,mol\,O_2}{4\,mole^-} = 0/6\,mol\,O_2$$

در میان دو واکنش اول، گاز اکسیژن (O_2) تنها در واکنش تجزیه KNO_3 تولید می‌شود؛ در نتیجه می‌توانیم مقدار KNO_3 مصرف شده را باتوجه به مقدار اکسیژن، حساب کنیم:

$$0/6\,mol\,O_2 \times \frac{4\,mol\,KNO_3}{5\,mol\,O_2} \times \frac{101\,g\,KNO_3}{1\,mol\,KNO_3} = 48/48\,g\,KNO_3$$

باتوجه به جرم مخلوط اولیه، به راحتی می‌توانیم جرم آلومینیم سولفات ($Al_2(SO_4)_3$) موجود در مخلوط و سپس درصد جرمی $Al_2(SO_4)_3$ موجود را محاسبه کنیم:

$$\text{جرم } Al_2(SO_4)_3 = \text{جرم مخلوط اولیه} - \text{جرم } KNO_3 = 121/2 - 48/48 = 72/72\,g$$

$$\text{درصد جرمی } Al_2(SO_4)_3 = \frac{\text{جرم } Al_2(SO_4)_3}{\text{جرم کل مخلوط}} \times 100 = \frac{72/72}{121/2} \times 100 = 60\%$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۶ عبارت‌های (آ) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب در جامد کووالانسی مانند گرافیت، علاوه بر پیوندهای کووالانسی میان اتم‌های کربن، بین لایه‌های گرافن نیروی جاذبه ضعیف واندروالسی نیز وجود دارد.

پ عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، دو عنصر کربن ($_6C$) و سیلیسیم ($_{14}Si$) هستند که تاکنون یون **تک اتمی** از آنها در هیچ ترکیبی شناخته نشده است.

توجه: دقت کنید که کربن و سیلسیم می‌توانند یون‌های چندتایی مانند کربنات (CO_3^{2-}) و سیلیکات (SiO_4^{4-}) را تشکیل دهند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۷ با افزایش قدرت نیروهای بین مولکولی، نقطه جوش مواد مولکولی افزایش یافته و در شـــرایط یکســـان، تبدیل آنها به حالت مایع، راحت‌تر خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در مواد مولکولی: رفتار فیزیکی ⟵ نیروهای بین مولکولی رفتار شیمیایی ⟵ نیروهای درون مولکولی

۲ اگر با استدلال این‌که جیوه یک فلز است، این عبارت را نادرست در نظر گرفته‌اید، باید بگویم که سخت در اشتباهید!

ماده خالص، به ماده‌ای گفته می‌شود که ذره‌های سازندهٔ آن یکسان است. مواد خالص به دو دستهٔ عنصر و ترکیب تقسیم می‌شوند:

آ- عنصر، به مادهٔ خاصی گفته می‌شود که ذره‌های سازندهٔ آن تنها از یک نوع اتم تشکیل شده است؛ مانند Fe، N_2، O_2 و ...

ب- ترکیب، به مادهٔ خالصی گفته می‌شود که ذره‌های سازندهٔ آن از بیش از یک نوع اتم تشکیل شده است؛ مانند H_2O، $NaCl$، $FeSO_4$ و ... .

لذا همه فلزها از جمله جیوه، عنصر محســـوب می‌شـــوند! همین‌جا یاد بگیریم که همه **ترکیب** های مایع در شـــرایط اتاق، مواد مولکولی هستند؛ مثل H_2O، CCl_4 و ...

توجه: Br_2، یک ماده مولکولی عنصری است که در شرایط اتاق به حالت مایع است.

۴

ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)	گستره دمایی مایع بودن
HF	−۸۳	۱۹	۱۰۲
H_2O	۰	۱۰۰	۱۰۰

ماده	نوع ماده	نقطهٔ ذوب (°C)	نقطهٔ جوش (°C)	اختلاف نقطهٔ ذوب و جوش (گسترهٔ دمایی مایع بودن)
N_2	مولکولی	−۲۱۰	−۱۹۶	$-196-(-210)=14^\circ C$
HF	مولکولی	−۸۳	۱۹	$19-(-83)=102^\circ C$
NaCl	یونی	۸۰۱	۱۴۱۳	$1413-801=612^\circ C$

تذکر داده‌های تجربی نشان می‌دهند که گسترهٔ دمایی سدیم کلرید مذاب در فناوری تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی در حدود $850-1350^\circ C$ است.

همچنین نقطه ذوب، نقطه جوش و گستره دمایی مایع بودن اکسیژن (O_2)، آب (H_2O) و مس (Cu) به صورت زیر است:



در نهایت توصیه ما اینه که: مقایسه‌های زیر را بلد باشین!

نقطهٔ ذوب : $Cu > NaCl > H_2O > HF > N_2 > O_2$

نقطهٔ جوش : $Cu > NaCl > H_2O > HF > O_2 > N_2$

تفاوت نقطهٔ ذوب و جوش (گسترهٔ دمایی مایع بودن) : $Cu > NaCl > HF > H_2O > O_2 > N_2$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud

۱۲۸ عبارت‌های (ب) و (پ) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف هرچند در مولکول CCl_4، اتم‌های کلر دارای بار جزئی منفی و اتم کربن دارای بار جزئی مثبت هستند اما این مولکول در مجموع ناقطبی است و **در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.**

ب وجود جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم مرکزی از عوامل موثر بر تقارن و توزیع بارهای الکتریکی در مولکول‌های چند اتمی است؛ زیرا سبب می‌شود برایند بردارهای قطبیت در اطراف پیوند، مخالف صفر شود.

پ H_2S برخلاف CO_2 دارای مولکول‌های قطبی است. باتوجه به خصلت نافلزی بیشتر عنصر S نسبت به H و همچنین عنصر O نسبت به C، در هر دو این ترکیب‌ها، تراکم بار منفی روی اتم‌های گروه ۱۶ جدول دوره‌ای بیشتر بوده و این اتم‌ها دارای بار جزئی منفی هستند؛ لذا در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی شدت رنگ سرخ آنها بالاتر است.

ت همان‌طور که گفته شد، کلروفرم ($CHCl_3$) برخلاف کربن تتراکلرید (CCl_4) دارای مولکول‌های قطبی است؛ لذا از نظر قطبیت شباهتی به مولکول‌های ناقطبی Cl_2 ندارد!

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

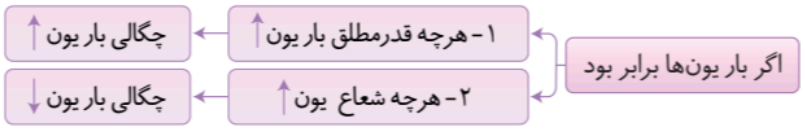
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۳۰ ترتیب مقایسه چگالی بار یون‌ها:



چون چگالی بار C^{n-}، کمتر از چگالی بار سایر گونه‌های داده شده است، در نتیجه بار الکتریکی آن تنها می‌تواند برابر (-1) باشد، زیرا اگر اندازه بار آن بیشتر باشد، طبیعتاً چگالی بار آن بیشتر می‌بود!

همچنین به این ترتیب چون بار D^{m+} نیز از چگالی بار A^- کمتر است، تنها حالت قابل قبول برای بار الکتریکی آن، $(+1)$ است.

دقت کنید که ترکیب یونی حاصل از یون‌های B^{2+} و C^- به صورت زیر است:

$$B^{2+}C^- \rightarrow BC_2$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ باتوجه به بار الکتریکی یون‌های A^-، C^- و D^+ می‌توان گفت که عنصرهای A و C در گروه هفدهم و عنصر D در گروه اول جدول دوره‌ای جای دارند. همچنین باتوجه به نکات ارائه شده، می‌توان گفت که عنصر A بالاتر از عنصر C قرار دارد، زیرا در یک گروه، از بالا به پایین، چگالی بار یون‌ها یا نسبت بار به شعاع آنها کاهش می‌یابد.

باتوجه به اینکه هر ۴ عنصر A، B، C و D در دوره‌های دوم تا چهارم جدول جای دارند و عنصرهای A و C در گروه ۱۷ طوری قرار گرفته‌اند که عنصر A بالاتر از C است؛ لذا عنصر A تنها می‌تواند در دوره‌های دوم یا سوم قرار داشته باشد، در واقع عنصر A می‌تواند عنصر فلوئور $(_9F)$ و یا کلر $(_{17}Cl)$ باشد. D یک فلز قلیایی است، حتی اگر D، فلز لیتیم $(_3Li)$ باشد (که کوچک‌ترین شعاع اتمی را در میان فلزهای قلیایی دارد.) باز هم می‌توان گفت که شعاع اتمی‌اش همواره از شعاع اتمی A بزرگ‌تر است، زیرا مطابق کتاب درسی، شعاع اتمی لیتیم $(_3Li)$، بزرگ‌تر از شعاع اتمی فلوئور $(_9F)$ و کلر $(_{17}Cl)$ می‌باشد.

توجه: لزوماً هر اتمی که تعداد لایه‌های الکترونی بیشتری داشته باشد، شعاع آن بیشتر نیست. به طور مثال، اتم $_3Li$ دو لایه الکترونی و $_{17}Cl$، سه لایه الکترونی دارد اما شعاع اتمی Li از شعاع اتمی $_{17}Cl$ بزرگ‌تر است. بعلاوه لزوماً هر یونی که تعداد لایه‌های الکترونی بیشتری داشته باشد، شعاع آن بیشتر نیست. به طور مثال $_8O^{2-}$ دو لایهٔ الکترونی و $_{20}Ca^{2+}$، سه لایهٔ الکترونی دارد اما شعاع O^{2-} از شعاع Ca^{2+} بزرگ‌تر است.

۳

یون	A^-	B^{2+}
نسبت بار به شعاع $(\frac{e}{pm})$	$۷/۵\times۱۰^{-۳}$	$۲/۷۷\times۱۰^{-۲}$
شعاع	$\frac{۱}{۷/۵\times۱۰^{-۳}} \simeq ۱۳۳$	$\frac{۲}{۲/۷۷\times۱۰^{-۲}} \simeq ۷۲$

در نتیجه تفاوت شعاع یون‌های A^- و B^{2+} برابر $۱۳۳ - ۷۲ = ۶۱pm$ است.

۴ همانطور که گفتیم، A و C هر دو جزء عنصرهای گروه ۱۷ جدول دوره‌ای هستند و چون یون A^-، نسبت به یون C^-، نسبت بار به شعاع یا چگالی بار بیشتری دارد، لذا در جدول دوره‌ای، عنصر A بالاتر از عنصر C قرار دارد و شعاع اتمی آن کوچک‌تر است.

همچنین باتوجه به بار یکسان این دو یون و اینکه شعاع یون‌ها، رابطه معکوسی با چگالی بار آنها دارد؛ در نتیجه شعاع یونی C^- بیشتر از شعاع یونی A^- است و چون هر دو عنصر A و C در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای قرار دارند؛ بنابراین شعاع اتمی C نیز نسبت به شعاع اتمی A بزرگ‌تر می‌باشد.

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

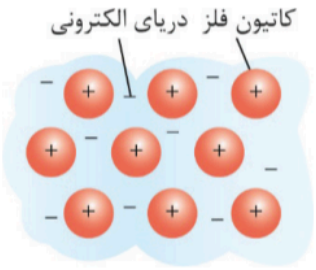
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

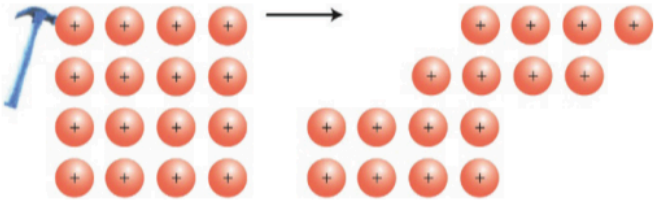
۱۳۲ دقت کنید که تنوع عدد اکسایش فلزها را نمی‌توان با مدل دریای الکترونی توجیه کرد، زیرا تنوع عدد اکسایش یک خاصیت شیمیایی است اما از مدل دریای الکترونی، برای توجیه برخی از رفتارهای **فیزیکی** فلزها استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:



۱ و ۳ دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکهٔ بلوری فلز حفظ می‌کند، بنابراین دریای الکترونی مانع از فروپاشی شبکهٔ کاتیون به علت وجود نیروهای دافعه میان آن‌ها می‌شود.

با وارد کردن ضربه به جامدهای فلزی، لایه‌هایی از کاتیون‌ها روی هم می‌لغزند و به همراه دریای الکترونی جابه‌جا می‌شوند. در واقع الکترون‌های دریای الکترونی هم جابه‌جا شده و دوباره در فضای بین کاتیون‌ها قرار می‌گیرد و بدین ترتیب باعث حفظ چیدمان کاتیون‌ها در شبکه بلور فلز می‌شوند.



۴ هر الکترون موجود در دریای الکترونی را نمی‌توان تنها متعلق به یک اتم دانست، زیرا در این مدل، الکترون‌ها آزادانه در فضای میان کاتیون‌ها جابه‌جا می‌شوند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۳۳ **تذکر** عدد اکسایش با بار یون پایدار تفاوت دارد؛ برای نمونه عنصر وانادیم در ترکیب‌های باشد. در ضمن هیچ‌یک از یون‌های V^{2+} و V^{3+} به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند.

تذکر فلز روی در این واکنش‌ها نقش کاهنده را دارد و می‌تواند وانادیم (V) را تا وانادیم (II) کاهش دهد اما توانایی کاهش وانادیم (II) به وانادیم را ندارد.

آفرود معادله کلی این‌گونه واکنش‌ها برحسب مقدار بار در طرفین معادله به صورت زیر است:

$$V^{n+}(aq)+(\frac{n-m}{2})Zn(s)\rightarrow V^{m+}(aq)+(\frac{n-m}{2})Zn^{2+}(aq)$$

شمار الکترون مبادله شده در این واکنش، برابر $(n-m)$ مول است.

طبق گفته سوال، در این واکنش، یک مول وانادیم مصرف نشده است؛ لذا شمار روی مصرف شده، $(\frac{n-m}{2})$ مول و شمار الکترون مبادله شده در واکنش، $(n-m)$ مول است به طوریکه مجموع این دو مقدار، برابر ۴/۵ می‌باشد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$(\frac{n-m}{2})+(n-m)=4/5\rightarrow n-m=3$$

طبق این رابطه، تفاوت بین بار دو یون وانادیم برابر ۳ است باتوجه به جدول ارائه شده در درسنامه تفاوت بین بار یون‌های وانادیم، در محلول‌های زرد (حاوی یون‌های V^{2+}) و بنفش (حاوی یون V^{5+}) آن برابر ۳ بوده و تنها حالت قابل قبول تغییر رنگ محلول از بنفش به زرد است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۴ تنها عبارت اول درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت دوم) نیتینول، آلیاژی از نیکل ($_{28}Ni$) و تیتانیم ($_{22}Ti$) است؛ دقت کنید که فلز نیکل هم دوره با تیتانیم است، یعنی در دوره چهارم جدول دوره‌ای جای دارد.

عبارت سوم) آرایش الکترونی اتم $_{22}Ti$ به صورت زیر است:

$$_{22}Ti: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^2/4s^2 \rightarrow \frac{\text{تعداد الکترون‌های با } l=1}{\text{تعداد الکترون‌های با } l=2} = \frac{12}{2} = 6$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۵ در مورد جامدهای یونی توجه داشته باشید که در ساختار بعضی از آن‌ها نیز امکان مشاهده پیوند کووالانسی وجود دارد؛ زیرا بعضی از آنها دارای یون‌های چنداتمی هستند که در ساختار این یون‌ها، پیوند کووالانسی وجود دارد! مثل یون آمونیوم (NH_4^+) یون سیلیکات (SiO_4^{4-}) و ...

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با وارد شدن ضربه به جامدهای یونی، در شبکه بلور این جامدها یون‌های ناهمنام در کنار هم قرار می‌گیرند که باعث خرد شدن آن جامد یونی می‌شود. دقت کنید که در ساختار شبکه بلور جامدهای یونی، اتم خنثی‌ای وجود ندارد!

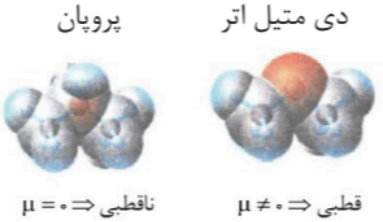
۲

$$\text{سدیم سیلیکات } (Na_4SiO_4): \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{4}{1} \rightarrow m = 4$$

$$\text{سدیم سولفات } (Na_2SO_4): \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{2}{1} \rightarrow n = 2$$

$\frac{n}{m} = \frac{1}{2} \neq$ در هر واحد این ترکیب یونی، ۲ آنیون فسفات (PO_4^{3-}) وجود دارد. کلسیم فسفات ($Ca_3(PO_4)_2$)

۴ نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی پروپان (C_3H_8) و دی متیل اتر (C_2H_6O) با جرم مولی نزدیک به هم به صورت زیر است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، دی متیل اتر برخلاف پروپان دارای مولکول‌های قطبی است. از این رو میان مولکول‌های آن نیروی جاذبه قوی‌تری وجود دارد؛ لذا نسبت به پروپان که همانند سایر هیدروکربن‌ها ناقطبی است. در شرایط یکسان، راحت‌تر به حالت مایع تبدیل می‌شود. جرم مولی پروپان $44 g.mol^{-1}$ و جرم مولی دی متیل اتر $46 g.mol^{-1}$ است و دی متیل اتر اندکی سنگین‌تر است.



(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

www.MrKonkor.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۳۷ عبارت‌های اول، سوم و چهارم نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

مورد اول: هرچقدر چگالی بار یون‌های یک شبکه بلور یونی بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ آن بزرگ‌تر است. آنتالپی فروپاشی، انرژی لازم برای مصرف **یک مول** از یک ترکیب یونی جامد و تولید یون‌های سازندهٔ آن در حالت گازی می‌باشد.

مورد دوم: برای مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور ترکیب‌های یونی، نخست مجموع قدرمطلق بار آنیون و بار کاتیون را محاسبه می‌کنیم. عنصری که ۶ الکترون با $n=3$ در آرایش الکترونی اتم خود دارد، عنصر گوگرد $(_{16}S)$ است و فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از آن با فلز قلیایی خاکی (با نماد فرضی X)، به صورت XS است:

مجموع قدرمطلق بار یک کاتیون و یک آنیون $\begin{cases} XS: ۲+۲=۴ \\ LiF: ۱+۱=۲ \end{cases} \rightarrow \Delta H_{\text{فروپاشی}}: XS > LiF$

توجه: تنها در صورتی که مجموع قدرمطلق بار آنیون و کاتیون برابر باشد، نیاز به بررسی و مقایسه شعاع یونی یون‌های سازنده این ترکیبات یونی در گام بعدی است!

رنگ نمک‌های مختلف وانادیم به صورت زیر است:

محلول	رنگ
نمک وانادیم (V)	زرد
نمک وانادیم (IV)	آبی
نمک وانادیم (III)	سبز
نمک وانادیم (II)	بنفش

موردم چهارم: در جرم‌های برابر، شمار اتم‌های کربن در گرافیک و الماس است. در الماس هر اتم کربن دارای ۴ پیوند یگانه و در گرافیک هر اتم کربن دارای ۲ پیوند یگانه و ۱ پیوند دوگانه است. پس شمار پیوندهای یگانه در الماس ۲ برابر گرافیک می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

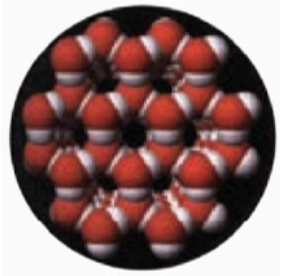
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۸ فقط گزارهٔ اول درست است.

بررسی عبارات:

مورد اول: در مواد مولکولی که از مولکول‌های جدا و مستقل تشکیل شده‌اند، ویژگی‌های فیزیکی مثل چگالی، سختی و دمای ذوب و جوش به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها (جاذبه‌های وان دروالسی و پیوندهای هیدروژنی) بستگی دارد، درحالی که خواص شیمیایی مثل واکنش‌پذیری، به صورت عمده به الکترون‌های ظرفیتی اتم‌های سازندهٔ مولکول‌ها، یعنی جفت الکترون‌های پیوندی و جفت الکترون‌های ناپیوندی وابسته است.

مورد دوم: فاصلهٔ بین لایه‌های گرافن در گرافیت از طول پیوند $C-C$ بیشتر است و قدرت جاذبهٔ بین لایه‌های گرافن نیز کمتر از آنتالپی پیوند میان اتم‌های کربن می‌باشد. همانطور که گفته شد، این جاذبه‌ها سست بوده و از نوع پیوند اشتراکی نیستند و باعث می‌شوند با به کار بردن نوارچسب، به راحتی لایه‌هایی به ضخامت نانومتر را از گرافیت جدا کرد که در واقع همان تک صفحهٔ گرافن است.



مورد سوم: مولکول‌های H_2O در ساختار یخ در یک آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه، شبکه‌ای همانند کندوی زنبورعسل با استحکام ویژه پدید می‌آورند. در این ساختار هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن مولکول خود با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از دو مولکول H_2O دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. توجه کنید مطابق شکل زیر، در هر حلقه شش گوشه، ۶ اتم O و ۶ اتم H دیده می‌شود.

مورد چهارم: توجه کنید مقاومت کششی (نه کشش) گرافن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

اشتباه نکنید:

۱ کولار (نوعی پلی آمید مصنوعی) از فولاد هم جرم خود ۵ برابر مقاوم‌تر است.

۲ مقاومت تیتانیم در برابر خوردگی برخلاف فولاد عالی است. (هر دو مقاومت عالی در برابر سایش دارند.)

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۹ نکته همه چیز درباره سیلیس

سیلیس (SiO_2)	
۱	آند سلول الکتروشیمیایی است که برای تهیه گاز هیدروژن از آن به کار می‌رود. $SiO_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow Si(s) + 2H_2O(l)$
۲	در تهیه سیلسیم استفاده می‌شود. $SiO_2(s) + 2C(s) \xrightarrow{\Delta} Si(l) + 2CO(g)$
۳	سیلسیم به این شکل در طبیعت یافت می‌شود.
۴	از مواد سازنده خاک رس و فراوان‌ترین آن‌هاست و همچنین یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و شن و ماسه است.
۵	فراوان‌ترین اکسید در پوستهٔ جامد زمین به شمار می‌رود.
۶	کوارتز نمونه خالص و ماسه نمونه ناخالص آن است.
۷	سختی آن بالا و دیرگداز است؛ زیرا نوعی جامد کووالانسی است.
۸	دارای ساختار بزرگ و غول‌آسا و به هم پیوسته از $Si-O-Si$ است. در واقع در ساختار آن، فقط پیوندهای اشتراکی $Si-O$ وجود دارد. توجه: مواد دیرگداز موادی هستند که در مقابل گرما و حرارت، مقاومت زیادی دارند و به آسانی ذوب نمی‌شوند. در ضمن پخته شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.
۹	شکل
۱۰	در هر حلقهٔ چندضلعی موجود در ساختار آن، شمار اتم‌های Si و O برابر است.
۱۱	**توجه:** اگر گفته شود بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را سیلیس تشکیل می‌دهد، غلطه! درسته که گفتیم سیلیس فراوان‌ترین اکسید در پوستهٔ جامد زمین است اما ترکیب‌های مختلف دو عنصر Si و O (نه فقط سیلیس!) بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

همانطور که در نکته بالا گفتیم، سیلیس (SiO_2) به عنوان یک جامد کووالانسی، مقاومت گرمایی بالایی داشته و دیرگداز است. درستی سایر عبارت‌ها را در جدول بالا به طور مفصل و کامل توضیح داده‌ایم!

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۰ عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

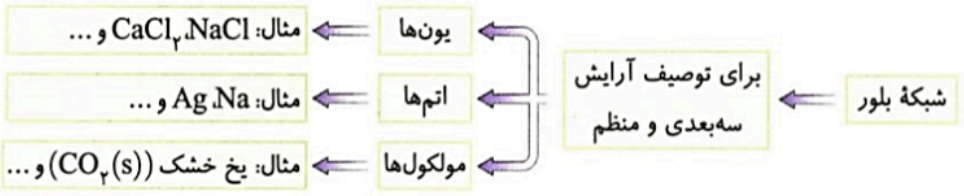
الف **در هنگام تشکیل ترکیب‌های یونی:**

پس از داد و ستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهم‌نام، نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام نیروی دافعه به وجود می‌آید. این نیروهای جاذبه و دافعه به شمار معینی از یون‌ها محدود نمی‌شود، بلکه میان همهٔ یون‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود. وجود جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبهٔ میان یون‌های ناهم‌نام، بر نیروهای دافعهٔ میان یون‌های هم‌نام غالب است؛ به طوری که شمار بسیار زیادی یون به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند و بدین صورت آرایش منظمی از یون‌ها در سه بعد تشکیل می‌شود که به آن شبکهٔ بلوری جامد یونی می‌گویند.

ب همه (نه اغلب!) ترکیب‌های یونی دوتایی مانند $NaCl$، Mg_3N_2، K_2O و ... از یک نافلز و فلز ساخته شده‌اند.

تذکر برخی نمک‌های آمونیوم مانند NH_4Cl، NH_4NO_3، $(NH_4)_2SO_4$ و ... نمک‌هایی هستند که فقط شامل نافلزها هستند اما حواستان باشد که هیچ‌کدام از آنها ترکیب یونی دوتایی محسوب نمی‌شوند.

تذکر شبکهٔ بلور فقط برای ترکیبات یونی نیستا! چون شبکهٔ بلور علاوه بر جامدهای یونی برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها و مولکول‌ها در حالت جامد نیز به کار می‌رود.



پ هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است.

$$Al_2O_3 \Rightarrow \underbrace{2(+3)}_{\text{مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها}} + \underbrace{3(-2)}_{\text{مجموع بار الکتریکی آنیون}} = 0$$

تذکر حواستون باشه! که در ترکیب‌های یونی، لزوماً شمار کاتیون‌ها با شمار آنیون‌ها برابر نیست؛ به طور مثال Al_2O_3، دارای دو کاتیون Al^{3+} و سه آنیون O^{2-} است.

ت

$$\frac{\text{بار کاتیون}}{|\text{بار آنیون}|} = \frac{\text{شمار آنیون‌ها}}{\text{شمار کاتیون‌ها}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}$$

هرچه اندازه بار الکتریکی یک یون در شبکه بلور ترکیب یونی، بیشتر باشد، یون‌های با بار مخالف در اطراف آن بیشتر بوده و در نتیجه عدد کوئورنیاسیون آن نیز بالاتر خواهد بود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

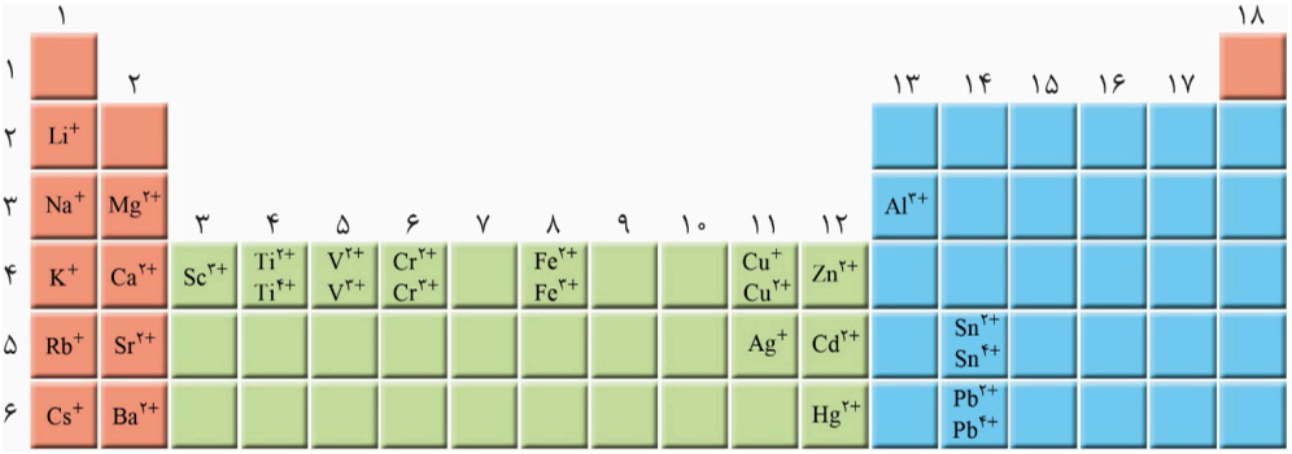
SanjeshCloud

۱۴۱

نکته مهم‌ترین یون‌های چنداتمی که باید برای کنکور بلد باشید، ایناس:

نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون	فرمول یون
آمونیوم	NH_4^+	سولفات	SO_4^{2-}	هیدروژن کربنات	HCO_3^-	اتانوات (استات)	CH_3COO^-
هیدروکسید	OH^-	فسفات	PO_4^{3-}	سیانید	CN^-	سیلیکات	SiO_4^{4-}
نیترات	NO_3^-	کربنات	CO_3^{2-}	متانوات (فورمات)	$HCOO^-$	پرمنگنات	MnO_4^-

همچنین دانستن یون‌های فلزی زیر شرط عقل است!



همانطور که گفتیم، فلز کروم می‌تواند دو نوع کاتیون Cr^{2+} و Cr^{3+} و فلز مس می‌تواند دو نوع کاتیون Cu^+ و Cu^{2+} را تشکیل دهد؛ لذا خواهیم داشت:

فلز کروم

$$Cr^{2+} \xrightarrow{\text{فرمول شیمیایی سیلیکات } (SiO_4^{4-})} Cr_2SiO_4 \rightarrow \text{شمار اتم‌های نافلزی} = 4$$

$$Cr^{3+} \xrightarrow{\text{فرمول شیمیایی سیلیکات } (SiO_4^{4-})} Cr_4(SiO_4)_3 \rightarrow \text{شمار اتم‌های نافلزی} = 12$$

فلز مس

$$Cu^{+} \xrightarrow{\text{فرمول شیمیایی نیترات } (NO_3^-)} CuNO_3 \rightarrow \text{شمار اتم‌های نافلزی} = 4$$

$$Cu^{2+} \xrightarrow{\text{فرمول شیمیایی نیترات } (NO_3^-)} Cu(NO_3)_2 \rightarrow \text{شمار اتم‌های نافلزی} = 8$$

چون شمار اتم‌های نافلزی در ترکیب A، ۱/۵ برابر شمار اتم‌های نافلزی در ترکیب B است؛ تنها حالت قابل قبول به صورت زیر است:

ترکیب A: $Cr_4(SiO_4)_3$ – کروم (III) سیلیکات

ترکیب B: $Cu(NO_3)_2$ – مس (II) نیترات

نکته در تشکیل ترکیب‌های یونی، میان اتم فلز و نافلز الکترون مبادله می‌شود. برای به دست آوردن تعداد الکترون‌های مبادله شده در هنگام تشکیل n مول ترکیب یونی می‌توان از روابط زیر استفاده نمود.

$$\text{شمار الکترون‌های مبادله شده} = \begin{cases} n \times N_A \times \text{اندازه‌بار کاتیون} \times \text{زیروند کاتیون} \\ n \times N_A \times \text{اندازه‌بار آنیون} \times \text{زیروند آنیون} \end{cases}$$

$$\text{شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۱ مول ترکیب } A\ (Cr_4(SiO_4)_3) = 1 \times N_A \times 3 \times 4 = 12N_A$$

$$\text{شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۳ مول ترکیب } B\ (Cu(NO_3)_2) = 3 \times N_A \times 2 \times 1 = 6N_A$$

بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

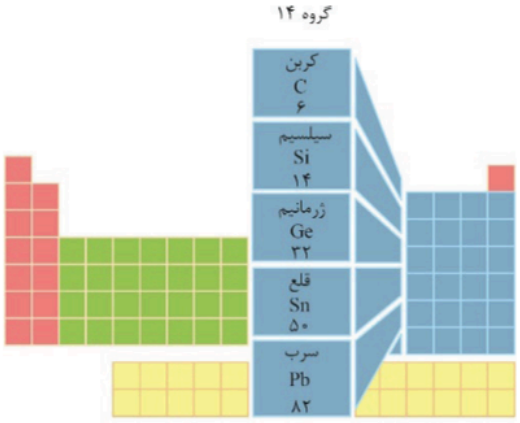
$$\frac{12N_A}{6N_A} = 2$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۲ بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن ($_{6}C$) و سیلیسیم ($_{14}Si$) هستند که هر دو آن‌ها در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای قرار دارند:



۲

نکته مقایسهٔ میانگین آنتالپی چند پیوند اشتراکی به صورت زیر است. باتوجه به آن، به نکات زیر توجه کنید:

مقایسهٔ میانگین آنتالپی پیوند : $Si-O > C-C > Si-C > Si-Si$

الف) نقطهٔ ذوب الماس از سیلیسیم بیشتر است، زیرا ساختار هر دو گونه یکسان است و آنتالپی پیوند $C-C$ بیشتر از آنتالپی پیوند $Si-Si$ است؛ از این‌رو برای غلبه بر پیوندهای $C-C$ و در نتیجه ذوب نمودن الماس، انرژی بیشتری نسبت به سیلیسیم لازم است.

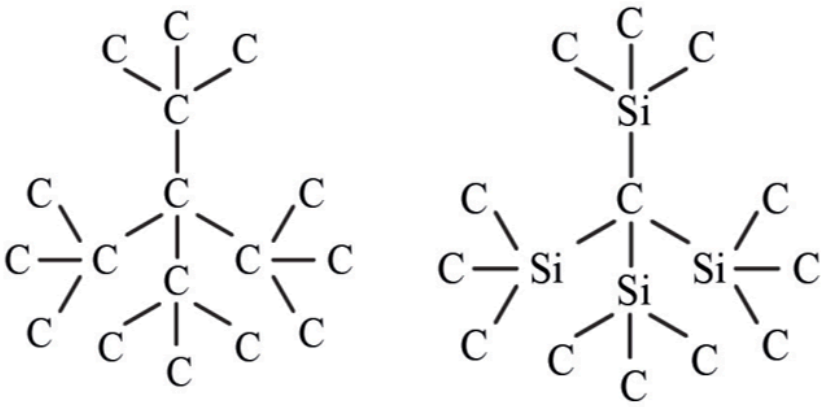
ب) سیلسیم در طبیعت برخلاف الماس به صورت خالص یافت نمی‌شود. چون سیلیسیم به دلیل واکنش‌پذیر بودن و توانایی تشکیل پل $Si-O-Si$، به طور عمده در طبیعت به شکل سیلیس یافت می‌شود. ضمناً میانگین آنتالپی پیوند $Si-O$ در بلور سیلیس بیشتر از $Si-Si$ در بلور سیلیسیم خالص است؛ از این رو اتم‌های Si ترجیح می‌دهند به جای پیوند با اتم‌های خود با اتم‌های اکسیژن پیوند تشکیل دهند.

پ) مقایسهٔ سختی الماس، سیلیسیم کربید و سیلیسیم به صورت مقابل است:

مقایسهٔ سختی: الماس > سیلیسیم کربید > سیلیسیم خالص

چون میانگین آنتالپی پیوند $Si-C$ از $C-C$ کمتر و از $Si-Si$ بیشتر است.

۳ سیلیسیم کربید ساختاری شبیه الماس دارد، با این تفاوت که در ساختار این جامد کووالانسی، هر اتم کربن به ۴ اتم سیلیسیم و هر اتم سیلیسیم، به ۴ اتم کربن متصل است.

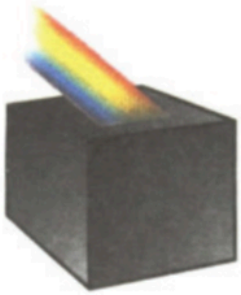


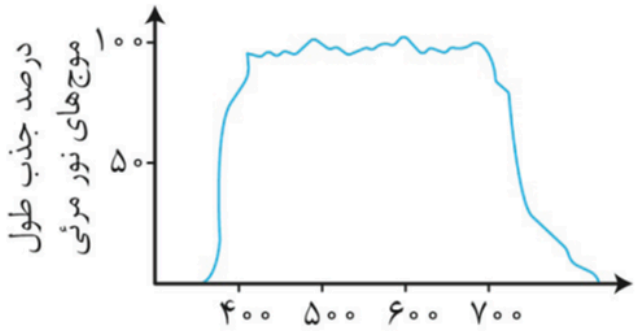
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

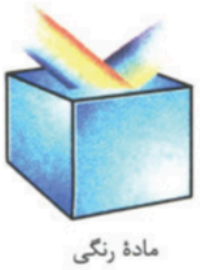
۱۴۳ بررسی عبارت‌ها:

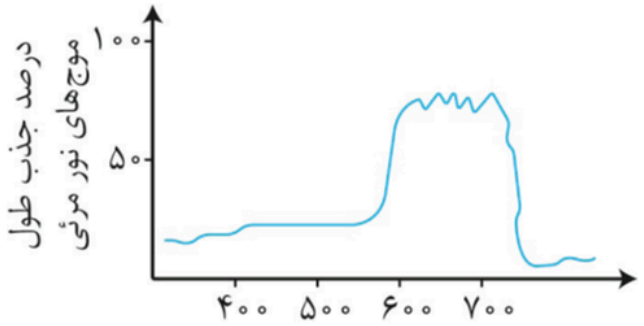
- دوده، رنگ‌دانه‌ای معدنی به رنگ سیاه است. حواستان باشد که وقتی یک ماده به رنگ سیاه دیده می‌شود که همه طول موج‌های مرئی را جذب کند.





- Fe_2O_3، رنگ‌دانه‌ای معدنی به رنگ قرمز است. وقتی یک ماده به رنگ قرمز دیده می‌شود که طول موج‌های مرئی به رنگ قرمز را جذب نکرده و آن را از خود عبور یا بازتاب دهد؛ یعنی طول موج‌های نزدیک به ۷۰۰ نانومتر (۶۰۰ – ۷۰۰nm) را از خود عبور داده و بقیه طول موج‌های ناحیه مرئی را جذب می‌کند!
- مواد رنگی، بخشی از نور تابیده شده را جذب و بقیهٔ آن را عبور داده یا بازتاب می‌کنند. چشم ما مواد رنگی را با طول موج‌های عبوری یا بازتاب شده از آن‌ها می‌بیند. به طور کلی می‌توان گفت اگر ماده‌ای به رنگ a دیده شود، یعنی این ماده نور a را بازتاب یا عبور می‌دهد و همهٔ طول موج‌های مرئی به جز a را جذب می‌کند:





- ماده A، سفید رنگ است، زیرا همه طول موج‌های مرئی را بازتاب کرده است. دقت کنید که تیتانیم (IV) **اکسید** (TiO_2) **(نه تیتانیم (II) اکسید!)**، رنگ‌دانه‌ای معدنی به رنگ سفید است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۴ عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

آ

شعاع یونی آنیون O^{2-} بیشتر از شعاع یونی کاتیون Na^{+} است؛ زیرا همانطور که گفتیم در یون‌های هم الکترون، هرچه عدد اتمی و جاذبه روی هسته بیشتر باشد، شعاع یون کوچک‌تر است.

ب

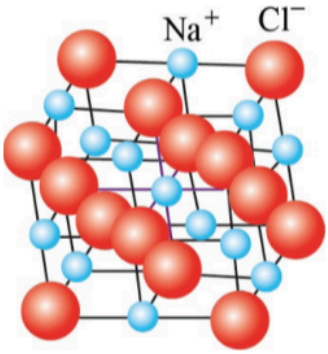
در هر دو ترکیب یونی NaCl و CaS، اندازه بار الکتریکی کاتیون و آنیون یکسان و شعاع یونی کاتیون، کمتر از آنیون است؛ در نتیجه می‌توان گفت در هر دو آنها چگالی بار کاتیون، بیشتر از آنیون است.

پ

در گروه هالوژن‌ها (عنصرهای گروه ۱۷)، از بالا به پایین، واکنش‌پذیری عنصرها کاهش، شعاع یون‌ها افزایش و در نتیجه چگالی بار یون‌ها کاهش می‌یابد. اما در گروه فلزهای قلیایی، واکنش‌پذیری عنصرها افزایش، شعاع یون‌ها افزایش و در نتیجه چگالی بار یون‌ها کاهش می‌یابد.

بنابراین در هر دو گروه ۱ و ۱۷ جدول دوره‌ای، از بالا به پایین، همواره چگالی بار یون‌ها کاهش می‌یابد اما واکنش‌پذیری عنصرهای گروه ۱ برخلاف گروه ۱۷، افزایش می‌یابد!

ت



عدد کوئوردیناسیون

به تعداد نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود پیرامون هر یون در شبکهٔ بلور یک ترکیب یونی، عدد کوئوردیناسیون آن یون می‌گویند.

مثال: در بلور NaCl هر یون سدیم به وسیلهٔ **شش** یون کلرید و هر یون کلرید نیز به وسیلهٔ **شش** یون سدیم احاطه شده است.

به این ترتیب می‌توان گفت عدد کوئوردیناسیون یون‌های سدیم و کلرید در بلور سدیم کلرید، برابر ۶ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۵ جرم مولی Na_2O : $2(23)+16=62\,g.mol^{-1}$

در نتیجه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور یک گرم Na_2O، باید بین $\frac{926}{62}\simeq 14/9$ و $\frac{2965}{62}\simeq 47/8$ باشد که در میان گزینه‌های داده شده، تنها عدد ۴۲ بین ۱۴/۹ و ۴۸/۸ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۴۶ مطابق با داده‌های سؤال فرمول اکسیدهای موردنظر به صورت X_2O_3 و XO_2 می‌باشد.

$$\text{عنصر } X: \begin{cases} X^{+4} \rightarrow \text{فرمول اکسید}: XO_2 \rightarrow \text{درصد جرمی } X: \dfrac{X}{X+2(16)} \times 100 \\ X^{3+} \rightarrow \text{فرمول اکسید}: X_2O_3 \rightarrow \text{درصد جرمی } X: \dfrac{2X}{2X+3(16)} \times 100 \end{cases}$$

چون نسبت درصد جرمی عنصر X در این اکسیدها برابر ۱/۰۵ بوده و این درصد در X_2O_3 نسبت به XO_2 بیشتر است، پس داریم:

$$\frac{\text{درصد جرمی } X \text{ در } X_2O_3}{\text{درصد جرمی } X \text{ در } XO_2} = 1/05 \Rightarrow \frac{\frac{2x}{2x+3(16)}}{\frac{x}{x+2(16)}} = 1/05 \Rightarrow \frac{\frac{x}{x+24}}{\frac{x}{x+32}} = 1/05$$

$$\Rightarrow \frac{x+32}{x+24} = 1/05 \Rightarrow \frac{x+24+8}{x+24} = 1/05 \Rightarrow \frac{8}{x+24} = 0/05 \Rightarrow x = 136$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۷ با پختن سفالینه‌ها، قسمت عمدهٔ آب موجود در خاک رس تبخیر می‌شود و به این ترتیب با کاهش جرم کل نمونه، درصد جرمی اجزای دیگر افزایش می‌یابد.

بررسی عبارت‌های نادرست:

۱) بررسی مواد سازندهٔ خاک رس نشان می‌دهد که خاک رس مخلوطی از اکسیدهای متفاوت (فلزی، نافلزی و شبه‌فلزی) است.

۲) استحکام و سختی خاک رس را می‌توان به سیلیس و سرخ‌فام بودن آن را می‌توان به وجود آهن (III) اکسید نسبت داد.

۴) SiO_2 یک جامد کووالانسی است و ساختار ذره‌ای متفاوتی با ترکیب‌های یونی Al_2O_3 و Na_2O دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۸ عبارت‌های «پ» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) در گرافیت، بین لایه‌ها، نیروی واندروالسی وجود دارد.

ب) سیلیس (SiO_2) دگرشکل سیلیسیم (Si) نیست.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۹ بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) ترکیب‌های گوناگون Si و O، بیش از ۹۰ درصد پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند و نه فقط SiO_2!

۲) در بین مواد داده شده، فقط دو مادهٔ NCl_3 و SiF_4، جزء مواد مولکولی هستند.

۴) در ساختار سیلیس، تنها پیوندهای $Si-O$ وجود دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۰ معادلهٔ واکنش سوختن آلکین ۶ کربنه (C_6H_{10}) به‌صورت روبه‌رو است: $2C_6H_{10} + 17O_2 \rightarrow 12CO_2 + 10H_2O$

نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی داده‌شده، مربوط به CO_2 است؛ بنابراین باید شمار مولکول‌های CO_2 تولیدی را محاسبه کنیم:

$$123\,g\ C_6H_{10} \times \frac{1\,mol\ C_6H_{10}}{82\,g\ C_6H_{10}} \times \frac{12\,mol\ CO_2}{2\,mol\ C_6H_{10}} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ molecule\ CO_2}{1\,mol\ CO_2} = 54/18 \times 10^{23}\ molecule\ CO_2$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۱ مولکول‌های NH_3، SCO، HCN و $CHCl_3$ قطبی هستند که در میان آن‌ها فقط در NH_3، اتم مرکزی دارای بار جزئی منفی است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud

۱۵۲ عبارت‌های اول تا سوم درست هستند.

بررسی عبارت نادرست:

عبارت چهارم: در برخی از مولکول‌های سه‌اتمی مانند SCO، برخلاف مولکول‌های دواتمی جورهسته، توزیع و تراکم الکترون‌ها در مولکول نامتقارن است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۳ مقایسه‌های نادرست:

عبارت اول: گشتاور دوقطبی: $N_2 < HF$

عبارت دوم: شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی: $N_2 < HF$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۴ عبارت‌های «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) واژهٔ شبکهٔ بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به‌کار می‌رود.

پ) به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام موجود پیرامون هر یون در شبکهٔ بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۵ A و B به‌ترتیب عنصرهای گوگرد و آلومینیم از دورهٔ سوم هستند.

انرژی فروپاشی شبکهٔ ترکیب‌های یونی به اندازهٔ بار و شعاع یون‌ها بستگی دارد و در صورتی که اندازهٔ بار یون‌ها در دو ترکیب یونی یکسان باشد، ترکیبی که شعاع یون‌هایش بزرگ‌تر است، انرژی فروپاشی شبکهٔ کمتری دارد.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) شعاع کاتیون B^{3+} کوچک‌تر از شعاع آنیون A^{2-} است. (در یون‌های یک دوره، شعاع آنیون‌ها از شعاع کاتیون‌ها بزرگ‌تر است.)

۳) آنتالپی فرایند $B_2A_3(s) \rightarrow 3A^{2-}(g) + 2B^{3+}(g)$، هم‌ارز با آنتالپی فروپاشی ترکیب یونی حاصل از عناصر A و B است.

۴) شعاع کاتیون B^{3+} از شعاع کاتیون‌های تک‌اتمی مربوط به عناصر هم‌دوره‌اش کوچک‌تر است؛ زیرا در کاتیون‌هایی با آرایش الکترونی مشابه، هرچه بار مثبت بیشتر باشد، اندازهٔ یون کوچک‌تر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۶ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور، گرمای مصرف‌شده برای تبدیل یک مول جامد یونی به یون‌های گازی در فشار ثابت است:

$$\begin{cases} 1\,mol\ MgO(s) \times \dfrac{40\,g\ MgO(s)}{1\,mol\ MgO(s)} \times \dfrac{474/75\,kJ}{5\,g\ MgO(s)} = 3798\,kJ \\ 1\,mol\ NaF(s) \times \dfrac{42\,g\ NaF(s)}{1\,mol\ NaF(s)} \times \dfrac{92\,kJ}{4/2\,g\ NaF(s)} = 920\,kJ \end{cases} \Rightarrow \frac{3798}{920} \simeq 4/12$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۷ $A: {}_{15}P$

$B: {}_{11}Na$

الف) در بین عنصرهای دورهٔ سوم، فسفر بیشترین شعاع یونی را دارد.

شعاع : $_{13}Al^{3+} < {}_{12}Mg^{2+} < {}_{11}Na^{+} < {}_{17}Cl^{-} < {}_{16}S^{2-} < {}_{15}P^{3-}$

ب) سدیم و فسفر با هم ترکیب یونی به فرمول Na_3P تشکیل می‌دهند. نسبت شمار آنیون به کاتیون در این ترکیب برابر $\frac{1}{3}$ است.

پ) کمترین چگالی بار یون در میان یون‌های پایدار عنصرهای دورهٔ سوم، متعلق به Cl^- است.

مقایسهٔ چگالی بار کل یون‌ها : $\underbrace{{}_{13}Al^{3+}}_{\text{مقدار بار : ۳}} > \underbrace{{}_{15}P^{3-}}_{\text{مقدار بار : ۳}} > \underbrace{{}_{12}Mg^{2+}}_{\text{مقدار بار : ۲}} > \underbrace{{}_{16}S^{2-}}_{\text{مقدار بار : ۲}} > \underbrace{{}_{11}Na^{+}}_{\text{مقدار بار : ۱}} > {}_{17}Cl^{-}$

(شعاع کمتر ↑ روی هر یون)

ت) با توجه به اینکه در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد، شعاع اتمی $_{11}Na$ از $_{15}P$ بزرگ‌تر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۸ نقطهٔ ذوب، واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا و مقاومت در برابر خوردگی به‌صورت نادرست مقایسه شده است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۹ عبارت‌های «سوم» و «چهارم» نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت سوم: باید گفته شود به رنگ سفید دیده می‌شود.

عبارت چهارم: واژهٔ آلی اضافی است و نباید تصور شود دوده یک مادهٔ آلی است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۰ $\underset{\text{زرد}}{V^{5+}(aq)} + Zn \rightarrow \underset{\text{آبی}}{V^{4+}(aq)} + Zn^{2+}(aq)$

$\underset{\text{سبز}}{V^{4+}(aq)} + Zn \rightarrow V^{3+}(aq) + Zn^{2+}(aq)$

$\underset{\text{بنفش}}{V^{3+}(aq)} + Zn \rightarrow V^{2+}(aq) + Zn^{2+}(aq)$

در هر سه واکنش که به‌طور متوالی انجام می‌شوند، Zn نقش کاهنده و کاتیون‌های V^{5+}، V^{4+} و V^{3+} نقش اکسنده دارند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

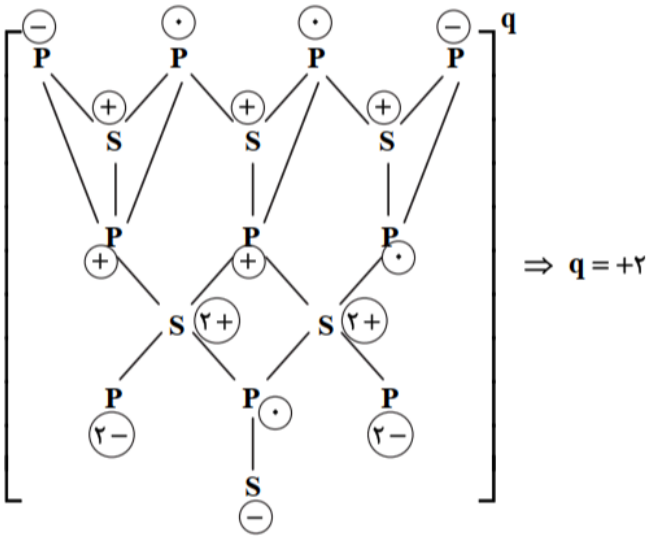
۱۶۱ راه‌حل اول:

$$q = [\text{مجموع شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها}] - [\text{مجموع شمار الکترون‌های به‌کار رفته در ساختار لوییس}]$$

$$q = [(۱۰\times۵)+(۶\times۶)] - ۸۴ = +۲$$

راه‌حل دوم:

برای اتم گروه‌های ۱۴ تا ۱۷ جدول دوره‌ای، فاصله تا گاز نجیب هم‌دوره برابر با ظرفیت پیوندی در نظر گرفته می‌شود. اگر در گونهٔ موردنظر، این اتم‌ها به همان تعداد ظرفیت پیوندی، پیوند داشته باشند، برای آن‌ها بار صفر در نظر می‌گیریم. به‌ازای هر پیوند کمتر، یک بار منفی و به‌ازای هر پیوند بیشتر، یک بار مثبت بر روی اتم‌ها در نظر گرفته می‌شود. بار گونهٔ موردنظر، برابر با مجموع بارهای موجود بر روی اتم‌ها خواهد بود.



$\Rightarrow q = +۲$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۶۲ عبارت‌های «پ» و «ت» درست هستند.

ت) عنصر $_{۲۳}A$ همان وانادیم است که دارای عدد اکسایش‌های مختلفی در ترکیب‌هایش است، اما عنصر $_{۳۰}B$ (فلز روی) فقط دارای یک عدد اکسایش (+۲) در ترکیب‌هایش می‌باشد.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) جامدهای یونی رسانای جریان برق نیستند.

ب) مدل دریای الکترونی برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی فلزها ارائه شده است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۳ به‌ترتیب از راست به چپ، مواد باید در دستهٔ جامدهای یونی، جامدهای فلزی، جامدهای کووالانسی و مواد مولکولی قرار گیرند.

سدیم کلرید به‌نادرستی در دستهٔ جامدهای فلزی و گرافیت به‌نادرستی در دستهٔ جامدهای کووالانسی سخت قرار گرفته است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۶۴ دومین عنصر فراوان در پوستهٔ جامد زمین، سیلیسیم است که جزء عنصرهای اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی در طبیعت است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۲) در ساختار $SiO_۲$، هر اتم Si با چهار پیوند یگانه به ۴ اتم O و هر اتم O با دو پیوند یگانه به دو اتم Si متصل است، ولی ساختار $CO_۲$ به‌صورت $\ddot{O}=C=\ddot{O}$ است.

۳) بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین، از ترکیبات گوناگون دو عنصر Si و O است و نه فقط $SiO_۲$!

۴) شمار اتم‌های Si و O در حلقه‌های موجود در ساختار سیلیس با هم برابر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud

۱۶۵ موارد «اول»، «سوم» و «چهارم» درست هستند.

بررسی مقایسهٔ نادرست:

عبارت دوم: نسبت اندازهٔ بار به شعاع: $Ca^{2+} > Li^{+} > Cl^{-}$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۶ سدیم اکسید در واکنش با آب محلول بازی تولید می‌کند.

$$Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2Na^{+}(aq) + 2OH^{-}(aq)$$

$$\frac{3g \times \frac{1/24}{100}}{62g} = \frac{?mol}{2mol} \Rightarrow ? = 1/2 \times 10^{-3} mol$$

$$[OH^{-}] = \frac{1/2 \times 10^{-3} mol}{1L} = 1/2 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$$

$$pOH = \underbrace{-\log 12 \times 10^{-4}}_{4-\underbrace{\log 12}_{\underbrace{\log 2^2 \times 3}_{2\log 2 + \log 3}}} = 2/9 \Rightarrow pH = 14 - 2/9 = 11/1 \Rightarrow \Delta pH = 11/1 - 7 = 4/1$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۷ الف) نادرست؛ مولکول اوزون (O_3) از یک نوع اتم ساخته شده است ولی مولکولی قطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

ب) درست؛ مولکول‌های سه اتمی که اتم مرکزی آن‌ها فاقد الکترون ناپیوندی است، خطی هستند یعنی هر سه اتم روی یک خط قرار می‌گیرند (زاویهٔ پیوندی برابر ۱۸۰° است).

پ) نادرست؛ در مولکول SCO با جایگزین کردن اتم اکسیژن با اتم گوگرد، مولکول CS_2 ایجاد می‌شود که این مولکول برخلاف SCO، ناقطبی است.

ت) نادرست؛ در مولکول OF_2 خصلت نافلزی اتم اکسیژن در مقایسه با اتم فلوئور کمتر است از این رو در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی، اتم اکسیژن آبی رنگ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۸ با توجه به فرمول شیمیایی MZ_2 در می‌یابیم که یون‌های سازندهٔ این ترکیب به‌ترتیب Z^{-} و M^{2+} هستند. پس با توجه به اینکه دو عنصر Z و A هم‌گروه هستند، پس بار الکتریکی آنیون X نیز به‌صورت «۱−» است در نتیجه کاتیون A نیز دارای بار «۱+» است.

۱) نادرست؛ چگالی بار آنیون‌های Z^{-} و X^{-} به شعاع آن‌ها وابسته است که با توجه به داده‌های سؤال در مورد شعاع آن‌ها نمی‌توان اظهارنظر درستی کرد.

۲) نادرست؛ مقایسهٔ شعاع اتمی دو عنصر فلزی A و M نیز ناممکن است.

۳) درست؛ آنتالپی فروپاشی شبکه بلور با چگالی بار یون‌ها رابطهٔ مستقیم دارد. چگالی بار نیز به دو عامل بار و شعاع یون وابسته است که عامل بار مهم‌تر است. چون بار M^{2+} بیشتر از A^{+} است، پس چگالی بار M^{2+} از A^{+} بیشتر و در نتیجه آنتالپی فروپاشی شبکه ترکیب‌های یونی حاصل از M^{2+} در مقایسه با A^{+} در صورت یکسان بودن بار آنیون‌ها، بیشتر است.

۴) نادرست؛ اتم M می‌تواند کلسیم و اتم A می‌تواند مس باشد. ولی جرم اتمی مس بیشتر از کلسیم است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۶۹

$\underbrace{1s^2}_{2\times1}\ \underbrace{2s^2}_{2\times2}\ \underbrace{2p^6}_{6\times3}\ \underbrace{3s^2}_{2\times3}\ \underbrace{3p^2}_{2\times4}$

اتم A، اتم سیلیسیم است.

اتم B، اتم برم است.

۱) نادرست؛ فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از واکنش این دو عنصر، $SiBr_4$ (AB_4) است.

۲) نادرست؛ اکسید عنصر A جامدی کووالانسی (SiO_2) است ولی اکسیدهای نافلز تشکیل شده از عنصر برم همگی ترکیب‌های مولکولی هستند.

۳) نادرست؛ شعاع اتمی Si از Br کوچک‌تر است، پس طول پیوند $Si-Si$ از $Br-Br$ کوتاه‌تر است. هرچه طول پیوند کوتاه‌تر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر می‌شود.

۴) درست؛ اتم Si توانایی تشکیل یون تک‌اتمی را ندارد ولی اتم Br یون Br^- را تشکیل می‌دهد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۷۰

عبارت‌های «اول» و «سوم» درست‌اند.

بررسی عبارت‌های اول و چهارم:

در یون XO_3^-، شمارهٔ گروه اتم X برابر است با:

شمار الکترون‌های به‌کار رفته در ساختار لوویس − مجموع شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها = بار گونه

$-1=(x+18)-(24) \Rightarrow x=5 \Rightarrow$ گروه ۱۵

عدد اکسایش اتم X برابر با ۵+ است:

$X+3(-2)=-1 \Rightarrow X=+5$

در مولکول YOF_2 نیز داریم:

$YOF_2 \quad 0=(Y+6+14)-26 \Rightarrow Y=6 \Rightarrow$ گروه ۱۶

عدد اکسایش اتم Y برابر با ۴+ است:

$Y+(-2)+2(-1)=0 \Rightarrow Y=+4$

بررسی عبارت دوم: هر دو گونه ۴ اتمی هستند ولی اتم مرکزی در مولکول YOF_2 دارای جفت الکترون ناپیوندی و در یون XO_3^-، فاقد جفت الکترون ناپیوندی است؛ بنابراین شکل هندسی این دو گونه با هم تفاوت دارد.

بررسی عبارت سوم: اگر X در دورهٔ دوم باشد، خواهیم داشت:

چگالی بار: $N^{3-} > O^{2-}$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۱

فقط عبارت سوم درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: سیلیس، سیلیسیم کربید و آهن (III) اکسید، به‌ترتیب جامد کووالانسی، جامد کووالانسی و جامد یونی هستند و استفاده از واژهٔ «فرمول مولکولی» برای آن‌ها مجاز نیست.

عبارت دوم: فرمول شیمیایی ترکیب‌های سدیم سیلیکات و پتاسیم فسفات به‌ترتیب، Na_4SiO_4 و K_3PO_4 است.

عبارت چهارم: در مولکول آمونیاک، برخلاف مولکول‌های کربن دی‌اکسید و کربن تتراکلرید، تراکم الکترون‌ها روی اتم مرکزی مولکول بیشتر بوده و برای اتم مرکزی آن، می‌توان بار جزئی منفی در نظر گرفت.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۲ A^{3+} و Z^{2-} به‌ترتیب Al^{3+} و S^{2-} هستند. با توجه به مقایسهٔ نسبت بار به شعاع یون‌های پایدار عنصرهای دورهٔ سوم، می‌توانیم عنصرهای X و B را نیز مشخص کنیم:

نسبت بار به شعاع (چگالی بار): $Al^{3+} > P^{3-} > Mg^{2+} > S^{2-} > Na^{+} > Cl^{-}$

بنابراین X^{x-} که نسبت بار به شعاع کوچک‌تری از S^{2-} دارد، همان Cl^{-} و B^{b+} که نسبت بار به شعاع آن از S^{2-} کمتر و از Cl^{-} بیشتر است، همان Na^{+} می‌باشد.

$$A \rightarrow {}_{13}Al \quad , \quad X \rightarrow {}_{17}Cl \quad , \quad B \rightarrow {}_{11}Na \quad , \quad Z \rightarrow {}_{16}S$$

$$X^{x-} = Cl^{-} \Rightarrow \frac{\text{بار}}{\text{شعاع}} = 5/55 \times 10^{-3} \Rightarrow \text{شعاع} = \frac{1}{5/55 \times 10^{-3}} = \frac{1000}{5/55} \simeq 180\,pm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۳ عبارت‌های سوم و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: به‌کمک مدل دریای الکترونی، برخی رفتارهای فیزیکی فلزها توجیه می‌شود.

عبارت دوم: یک مادهٔ رنگی، به رنگ نوری که بازتاب می‌کند، دیده می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۴ در مولکول AB_3 خصلت نافلزی اتم B از اتم A بیشتر است از این رو در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول AB_3 اتم مرکزی A آبی رنگ است. از سویی خصلت نافلزی اتم B از اتم Z کمتر است که در نقشهٔ پتانسیل مولکول BZ_2، اتم B آبی رنگ است. پس برای مقایسه خصلت نافلزی داریم: $Z > B > A$

۱) درست

۲) درست؛ در یک گروه از بالا به پایین با افزایش شعاع اتمی خصلت نافلزی کاهش می‌یابد.

۳) نادرست؛ در مولکول‌های سه اتمی مانند BZ_2 ممکن است هر سه اتم روی یک خط و یا به شکل خمیده‌ای یا V شکل قرار گیرند که بستگی به الکترون‌های ظرفیتی اتم مرکزی دارد. اگر اتم مرکزی الکترون ناپیوندی داشته باشد، مولکول V شکل است مانند H_2O، OF_2، SO_2 و...

۴) درست

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۵ ابتدا جدول را کامل کنیم:

نماد یون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع
A^{2+}	۹۹	2×10^{-2}
B^{2-}	۱۸۳	$1/09\times10^{-2}$
C^{+}	۱۳۸	$7/24\times10^{-3}$
D^{-}	۱۳۳	$7/51\times10^{-3}$

مورد اول: درست

مورد دوم: نادرست

مورد سوم: درست؛ در ترکیب یونی CaS شعاع یون Ca^{2+} کوچک‌تر از شعاع یون S^{2-} است؛ زیرا هر دو یون به آرایش گاز نجیب $[{}_{18}Ar]$ رسیده‌اند ولی عدد اتمی Ca^{2+} بیشتر و جاذبه بر الکترون‌ها بیشتر است. در فرمول نمادی AB نیز شعاع A^{2+} از B^{2-} کوچک‌تر است.

مورد چهارم: درست؛ انرژی فروپاشی شبکه بلور متناسب با چگالی بار یون‌ها و یا همان نسبت بار به شعاع است که در نسبت بار به شعاع عامل بار اهمیت بیشتری دارد. پس بیشترین انرژی فروپاشی مربوط به AB و کمترین مربوط به CD است. برای مقایسهٔ دو ترکیب C_2B و AD_2 که بارها یکسان هستند، عامل شعاع تأثیرگذار است که هرچه شعاع کاتیون کوچک‌تر باشد، انرژی فروپاشی بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۷۶ ۱) درست؛ هرچه پیوندهای اشتراکی قوی‌تر و یا آنتالپی پیوندها بیشتر باشد، جامد کووالانسی سخت‌تر است.

$$\underset{\text{الماس}}{C-C} > \underset{\text{سیلیسیم‌کربید}}{Si-C} > \underset{\text{سیلیسیم}}{Si-Si}$$

۲) نادرست

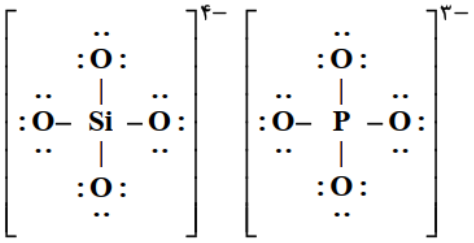
$$C-C > Si-O > Si-Si$$

۳) نادرست؛ چگالی گرافیت از الماس کمتر است.

۴) نادرست؛ فراوانی گرافیت از الماس در طبیعت بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۷ الف) درست؛ ساختار لوویس آنیون‌های PO_4^{3-} و SiO_4^{4-} مشابه یکدیگر است.



بنابراین نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در هر دو ساختار برابر است.

ب) درست؛ فرمول مولکولی دی متیل اتر به‌صورت $(CH_3)_2O$ یا C_2H_6O و ایزومر اتانول (C_2H_5OH) است. هر دو مولکول قطبی هستند.

پ) نادرست؛ گرافیت جامدی کووالانسی ولی نرم است.

ت) درست

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۸ سه مورد اول درست هستند.

مورد چهارم: نادرست؛ زیرا بیش از ۹۰ درصد پوستهٔ جامد زمین را ترکیب‌های گوناگونی از دو عنصر سیلیسیم و اکسیژن، تشکیل می‌دهند که فراوان‌ترین ترکیب آن‌ها، سیلیس است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

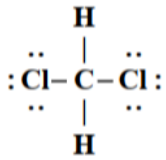
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۹ الف) نادرست؛ این مولکول قطبی است؛ زیرا اتم‌های جانبی متفاوت هستند. پس همانند کلروفرم ($CHCl_3$) در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

ب) درست؛ خصلت نافلزی اتم کربن از اتم‌های کلر کمتر است، پس بار جزئی مثبت پیدا می‌کند.

پ) درست؛ هر دو مولکول قطبی هستند.

ت) درست؛ ساختار لوویس کامل شده آن به‌صورت زیر است:



مجموع شمار جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در آن برابر ۱۰ است و عدد اتمی گاز نجیب $[Ne]$ نیز برابر ۱۰ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۰ مفاهیم چگالی بار، پیوند هیدروژنی و جامد شبکه‌ای غول‌آسا به‌ترتیب مربوط به ذرات سازنده جامد یونی، مولکول‌هایی که در ساختار آن‌ها اتم H به یکی از سه اتم N، O و F متصل است و جامدهای کووالانسی مربوط است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۱ معادلهٔ واکنش مربوط به فروپاشی شبکهٔ بلور آلومینیم اکسید به‌صورت زیر است:

$$Al_2O_3(s) \rightarrow 2Al^{3+}(g) + 3O^{2-}(g) \qquad \Delta H = \frac{156\,kJ}{1\,g} \times \frac{102\,g}{1\,mol} = 15912\,kJ \cdot mol^{-1} \qquad 15912\,kJ \times \frac{1\,kg\,Fe}{272\,kJ} = 58/5$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۲ چگالی بار به دو عامل بار و شعاع وابسته است که از میان این دو عامل، اولویت بار الکتریکی مهم‌تر و تأثیرگذارتر است. چگالی بار، با بار یون رابطهٔ مستقیم و با شعاع یون رابطهٔ عکس دارد.

۱) نادرست

$$N^{3-} > Mg^{2+} > Na^{+} > F^{-}$$

۲) نادرست

$$Ca^{2+} > K^{+} > Cl^{-} > Br^{-}$$

۳) درست

۴) نادرست

$$Ca^{2+} > Ba^{2+} \quad , \quad O^{2-} > S^{2-}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۳ با توجه به فرمول شیمیایی ترکیب یونی MB_3 در می‌یابیم که M فلز آلومینیم و B نافلز فلوئور است، پس Z و A به‌ترتیب فلز منیزیم و نافلز اکسیژن هستند.

۱) درست؛ مقایسهٔ آنتالپی شبکه بلور دو ترکیب یونی به‌صورت زیر است:

$$AlF_3 > MgO \Rightarrow \text{آنتالپی فروپاشی} \quad : \quad Al^{3+} < Mg^{2+} \quad , \quad F^{-} < O^{2-} \quad : \text{شعاع یونی}$$

۲) درست؛ اگر بار یون‌های سازنده شبکهٔ بلور برابر باشد، عدد کوئوردیناسیون آن‌ها نیز برابر است.

۳) درست؛ بار الکتریکی A^{2-} به یقین از بار الکتریکی B^{-} بیشتر است.

۴) نادرست؛ نقطه ذوب Al_2O_3 (فلز M با نافلز A) بیشتر از MgF_2 (فلز Z با نافلز B) است؛ زیرا آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بیشتری دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۴ مورد اول: نادرست؛ کاتیون‌ها در بلور فلز حرکت نمی‌کنند.

مورد دوم: درست

مورد سوم: نادرست؛ تنوع در عدد اکسایش فلزها یک رفتار شیمیایی به‌شمار می‌آید.

مورد چهارم: نادرست؛ الکترون‌های درونی هیچ نقشی در ایجاد دریای الکترونی ندارند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۸۵ $\text{شمار مول‌های وانادیم (V)} = ۰/۵\,\text{L} \times ۰/۰۴\,\text{M} = ۰/۰۲\,\text{mol}$

$\text{شمار مول‌های روی} = ۲/۶\,\text{g} \times \frac{۱\,\text{mol}}{۶۵\,\text{g}} = ۰/۰۴\,\text{mol}$

$$۲V^{۵+}(aq) + Zn(s) \rightarrow ۲V^{۴+}(aq) + Zn^{۲+}(aq)$$

در مرحلهٔ اول تمام ۰/۰۲ مول از نمک وانادیم (V) مصرف و ۰/۰۲ مول $V^{۴+}$ به‌دست می‌آید. همچنین با توجه به ضرایب معادلهٔ ۰/۰۱ مول روی مصرف شده و ۰/۰۳ مول از آن باقی می‌ماند.

$$۲V^{۴+}(aq) + Zn(s) \rightarrow ۲V^{۳+}(aq) + Zn^{۲+}(aq)$$

در این مرحله نیز ۰/۰۲ مول $V^{۴+}$ مصرف و ۰/۰۲ مول $V^{۳+}$ تولید می‌شود. همچنین ۰/۰۱ مول روی مصرف شود و ۰/۰۲ مول از آن باقی می‌ماند.

$$۲V^{۴+}(aq) + Zn(s) \rightarrow ۲V^{۲+}(aq) + Zn^{۲+}(aq)$$

در مرحلهٔ آخر تمام ۰/۰۲ مول $V^{۳+}$ مصرف و ۰/۰۲ مول $V^{۲+}$ بنفش رنگ تولید می‌شود و ۰/۰۱ مول روی نیز باقی می‌ماند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۸۶ $\text{درصد جرمی آب} = ۳۰ = \frac{۱۳/۳۲ + x}{۱۰۰ + x} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۳۰ + ۰/۳x = ۱۳/۳۲ + x \Rightarrow ۰/۷x = ۱۶/۶۸ \Rightarrow x \simeq ۲۴\,\text{g}$

$\text{درصد جرمی } Na_۲O = \frac{۱/۲۴}{۱۲۴} \times ۱۰۰ = ٪۱$

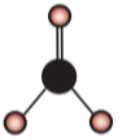
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۷ فرمول شیمیایی یون سیلیکات $SiO_۴^{۴-}$ و عدد اکسایش اتم سیلیسیم در آن برابر با ۴+ است. فرمول شیمیایی ترکیب یونی دارای یون‌های سیلیکات و آهن (III) به‌صورت $Fe_۴(SiO_۴)_۳$ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۸ مولکول (II) مانند کلروفرم ($CHCl_۳$) قطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. همچنین اتم‌های کناری مولکول (II) مانند اتم‌های کناری مولکول آب، دارای بار جزئی مثبت ($\delta+$) هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) شکل هندسی مولکول گوگرد تری‌اکسید به فرم  است و با شکل (II) تفاوت دارد.

۲) اتم مرکزی در مولکول (III)، دارای بار جزئی منفی ($\delta-$) است، در حالی که اتم مرکزی (کربن) در مولکول کربونیل سولفید (SCO)، دارای بار جزئی مثبت $\delta+$ است.

۴) مولکول‌های (I) و (III)، هر دو ناقطبی هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۹ با توجه به داده‌های سؤال، مادهٔ A را می‌توان یک ترکیب یونی و مادهٔ B را یک مادهٔ مولکولی در نظر گرفت.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۲) مادهٔ B در گسترهٔ دمایی $۱۰۳^{\circ}C$ $(۱۰۳ = (-۸۳) - (-۲۰))$ به‌صورت مایع وجود دارد.

۳) جاذبهٔ بین مولکولی اصطلاحی است که تنها برای مواد مولکولی می‌تواند استفاده شود.

۴) از انرژی گرمایی که در مادهٔ A به‌حالت مذاب، ذخیره می‌شود، می‌توان برای تبدیل مادهٔ B به بخار داغ استفاده کرد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۹۰ فقط عبارت دوم درست است: چگالی بار $Na^{+} < Mg^{۲+}$؛ در نتیجه آنتالپی فروپاشی MgO از $Na_۲O$ بیشتر است.

بررسی موارد نادرست:

عبارت اول: چگالی بار: $K^{+} < Ca^{۲+}$ (به‌دلیل بار بیشتر و شعاع کوچک‌تر یون کلسیم در مقایسه با یون پتاسیم)

عبارت سوم: شعاع یونی: $S^{۲-} > N^{۳-} > O^{۲-}$

عبارت چهارم: تفاوت آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور: $LiF , LiCl > KF , KCl$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۱ در وانادیم بالاترین عدد اکسایش ۵+ است، بنابراین $V^{۵+}$ امکان اکسایش ندارد و تنها می‌تواند در واکنش‌ها کاهش یابد و در واکنش با فلز روی نیز نقش اکسنده دارد، اما سایر کاتیون‌های وانادیم هر دو نقش کاهنده و اکسنده را دارند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۲ اگر کلیهٔ اتم‌ها را به آرایش گاز نجیب برسانیم، براساس مجموع الکترون‌های موجود در ساختار (۵۶ الکترون) و مجموع الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌ها (۵۴ الکترون)، بار یون ۲− خواهد بود، بنابراین ترکیب گزینهٔ ۱ درست است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۳ فقط عبارت «سوم» درست است.

بررسی مقایسه‌های نادرست:

عبارت اول: چگالی: الماس > گرافیت؛ گرافیت ساختار لایه‌ای دارد و فاصلهٔ اتم‌های کربن در دو لایه، بسیار بیشتر از فاصلهٔ اتم‌های کربنی است که با هم پیوند کووالانسی دارند.

عبارت دوم: سختی الماس از سیلیسیم کربید (SiC) بیشتر است.

عبارت چهارم: آنتالپی پیوند: $Si - O > Si - Si$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۴ SiC جامد کووالانسی است و فرمول شیمیایی آن فرمول مولکولی نیست.

MgO جامد یونی است و فرمول شیمیایی آن فرمول مولکولی نیست.

سایر ترکیبات مولکولی هستند ولی در بین آن‌ها $H_۲S$ و SCO قطبی هستند؛ بنابراین فقط ویتامین A و گوگرد تری اکسید می‌توانند پاسخ سؤال باشند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۵ برای عناصر یک دوره، کاتیون با بار مثبت بیشتر، شعاع کوچک‌تر و آنیون با بار منفی بیشتر، شعاع بزرگ‌تری دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۶ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) مواد A و D به ترتیب سیلسیم دی‌اکسید (SiO_2) و آلومینیم اکسید (Al_2O_3) هستند.

۲) هنگام حرارت‌دادن خاک رس (پختن خاک رس)، از جرم آب موجود در آن و جرم کل خاک رس کاسته می‌شود، اما جرم سایر اجزای سازندهٔ خاک ثابت می‌ماند؛ پس درصد جرمی آب کاهش می‌یابد و درصد جرمی سایر مواد سازندهٔ خاک رس افزایش خواهد یافت.

۳) در بین ۶ مادهٔ فراوان‌تر خاک رس $(SiO_2, Al_2O_3, H_2O, Na_2O, Fe_2O_3 \text{ و } MgO)$، فقط H_2O مادهٔ مولکولی است.

۴) آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) به رنگ قرمز است و دلیل سرخی خاک رس حضور این ماده می‌باشد. با توجه به جدول داده‌شده، در ۱۰۰ گرم از خاک رس، ۰/۹۶ گرم Fe_2O_3 وجود دارد؛ بنابراین داریم:

روش اول: استفاده از کسر تبدیل:

$$۲/۴\,kg\,\text{خاک} \times \frac{۱۰۰۰\,g}{۱\,kg} \times \frac{۰/۹۶\,g\,Fe_2O_3}{۱۰۰\,g\,\text{خاک}} \times \frac{۱\,mol\,Fe_2O_3}{۱۶۰\,g\,Fe_2O_3} \times \frac{۱۰۰۰\,mmol\,Fe_2O_3}{۱\,mol\,Fe_2O_3} = ۱۴۴\,mmol\,Fe_2O_3$$

روش دوم: استفاده از کسر تناسب:

$$\underbrace{\frac{\text{جرم مخلوط} \times \frac{\text{درصد جرمی}}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}}_{\text{خاک رس}} = \underbrace{\frac{\text{مول}}{\text{ضریب} \times ۱}}_{Fe_2O_3} \Rightarrow \frac{۲/۴ \times ۱۰^۳ \times \frac{۰/۹۶}{۱۰۰}}{۱ \times ۱۶۰} = \frac{x}{۱ \times ۱} \Rightarrow x = ۰/۱۴۴\,mol\,Fe_2O_3 = ۱۴۴\,mmol\,Fe_2O_3$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۷ همهٔ عبارت‌های داده‌شده نادرست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: ساختار سیلیسیم مشابه الماس است، به طوری که هر اتم Si با ۴ اتم Si مجاور خود، ۴ پیوند اشتراکی یگانه تشکیل می‌دهد، اما در ساختار سیلیس (SiO_2)، هر اتم Si با ۴ پیوند یگانه به ۴ اتم O متصل شده است، اما هر اتم O با دو پیوند اشتراکی یگانه به دو اتم Si متصل می‌شود.

عبارت دوم: کوارتز، همان سیلیس خالص است، نه سیلیسیم خالص! همان‌طور که می‌دانید، کوارتز شفاف و درخشان است و از این‌رو در ساخت منشور و عدسی کاربرد دارد.

عبارت سوم: در ساختار سیلیس، پیوند اشتراکی Si — Si وجود ندارد و همهٔ پیوندها به صورت Si — O — Si هستند.

عبارت چهارم: سیلیس، فراوان‌ترین اکسید در پوستهٔ جامد زمین است، نه در کل سیارهٔ زمین!

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۸ **پاسخ تشریحی** سیلیسیم و اکسیژن فراوان‌ترین عنصرها در پوستهٔ جامد زمین هستند؛ به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ یخ خشک از مولکول‌های ناقطبی CO_2 تشکیل شده است که میان این مولکول‌ها نیروی جاذبهٔ ضعیف واندروالس برقرار است، اما کوارتز همان سیلیس (SiO_2) خالص است که یک جامد کووالانسی بوده و ساختار غول‌آسای شبکه‌ای دارد (واحدهای مجزای مولکولی در ساختار سیلیس وجود ندارد).

۳ با توجه به این‌که CO_2، مادهٔ مولکولی و SiO_2، جامد کووالانسی است، ساختار این دو ماده با هم متفاوت است.

۴ اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است. سیلیسیم بعد از اکسیژن، در رتبهٔ دوم قرار دارد!

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۹۹ **پاسخ تشریحی** شکل‌های (الف)، (ب) و (پ) به ترتیب الگوی ساختاری مواد یونی، مولکولی و فلزی را نشان می‌دهند. در میان مواد داده‌شده، ۴ مادهٔ یونی (Al_2O_3، Na_2O، Fe_2O_3 و MgO)، ۳ مادهٔ مولکولی ($C_6H_{14}(l)$، $HF(g)$ و $Cl_2(g)$) و یک مادهٔ فلزی ($Zn(s)$) وجود دارد؛ پس ۴ ماده دارای الگوی ساختاری (الف) و یک ماده دارای الگوی ساختاری (پ) است.

از طرفی فقط برای مواد مولکولی می‌توان از واژهٔ «نیروی بین مولکولی» استفاده کرد؛ بنابراین برای ۶ مادهٔ ($SiO_2(s)$، $Al_2O_3(s)$، $Na_2O(s)$، $Fe_2O_3(s)$، $MgO(s)$ و $Zn(s)$) نمی‌توان از این واژه استفاده کرد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

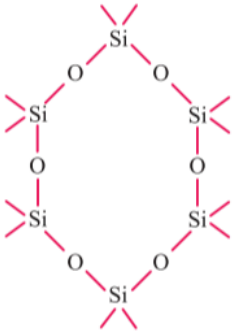
۲۰۰ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «ب» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) فلزهای گروه ۱۴ (مانند Sn و Pb) دارای یون تک‌اتمی هستند، ولی از نافلز C و شبه‌فلزهای Si و Ge تاکنون یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است.

توجه اتم‌های C، Si و Ge در واکنش با سایر اتم‌ها تنها می‌توانند الکترون به اشتراک بگذارند.

ب) مطابق شکل مقابل، در چندضلعی‌های موجود در ساختار سیلیس، به ازای هر اتم Si یک اتم O وجود دارد.



پ) SiO_2 یک مادهٔ کووالانسی است و برای ذوب‌کردن آن، باید به پیوندهای اشتراکی قوی بین اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن غلبه کنیم، ولی CO_2 یک مادهٔ مولکولی ناقطبی است که برای ذوب‌کردن آن باید به جاذبهٔ بین مولکولی ضعیف واندوالسی غلبه کنیم. از این‌رو، نقطهٔ ذوب SiO_2 نسبت به CO_2 بیشتر است.

ت) با توجه به بیشتربودن آنتالپی پیوند Si — O نسبت به Si — Si، تمایل اتم Si برای تشکیل پیوند با اتم O بیشتر از تمایل آن برای تشکیل پیوند با اتم Si دیگر است؛ در نتیجه Si در طبیعت به طور عمده به شکل سیلیس (SiO_2) یافت می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۰۱ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** جرم رس اولیه را برابر ۱۰۰ گرم در نظر می‌گیریم و جرم آب خارج‌شده را x گرم فرض می‌کنیم:

$۵۴\,g\,SiO_۲$			$۵۴\,g\,SiO_۲$	
$۱۹\,g\,H_۲O$	مواد دیگر	حرارت‌دادن / خروج x گرم آب ⟶	$(۱۹-x)\,g$ $H_۲O$	مواد دیگر

گام دوم: جرم آب خارج‌شده (x) را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی آب} = \frac{\text{جرم آب باقی‌مانده}}{\text{جرم خاک رس نهایی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۱۰ = \frac{۱۹-x}{۱۰۰-x} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۱۰\,g\,H_۲O$$

پس جرم خاک رس نهایی برابر $۹۰\,g\,(۱۰۰-۱۰=۹۰)$ خواهد بود.

گام سوم: جرم سیلیسیم در خاک رس اولیه و نهایی برابر است؛ پس جرم این عنصر را در خاک رس اولیه حساب می‌کنیم:

$$?\,g\,Si = ۱۰۰\,g\,\text{خاک رس} \times \frac{۵۴\,g\,SiO_۲}{۱۰۰\,g\,\text{خاک رس}} \times \frac{۱\,mol\,SiO_۲}{۶۰\,g\,SiO_۲} \times \frac{۱\,mol\,Si}{۱\,mol\,SiO_۲} \times \frac{۲۸\,g\,Si}{۱\,mol\,Si} = ۲۵/۲\,g\,Si$$

گام چهارم: درصد جرمی سیلیسیم را در خاک رس نهایی به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی Si} = \frac{\text{جرم سیلیسیم}}{\text{جرم خاک رس نهایی}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۵/۲}{۹۰} \times ۱۰۰ = ٪۲۸$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۲ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول، دوم و سوم نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: ساختار گرافیت به صورت لایه‌ای بوده و یک جامد کووالانسی با چینش دوبعدی اتم‌ها است.

عبارت دوم: کربن و سیلیسیم عناصر اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی هستند، نه تنها عناصر! برای مثال در ساختار سیلیس $(SiO_۲)$ که یک مادهٔ کووالانسی است، اتم اکسیژن نیز وجود دارد.

عبارت سوم: به عنوان یک مثال نقض، گرافیت یک مادهٔ کووالانسی بسیار نرم است.

عبارت چهارم: کربن و سیلیسیم فقط از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون به آرایش هشت‌تایی می‌رسند و از این دو عنصر هیچ یون تک‌اتمی شناخته نشده است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۳ **پاسخ تشریحی** گرافیت از الماس پایدارتر بوده و در بین ویژگی‌های داده‌شده، فقط رسانایی الکتریکی گرافیت از الماس بیشتر است.

بررسی موارد:

مورد اول: گرمای سوختن مولی الماس از گرافیت بیشتر است. با توجه به برابر بودن جرم مولی گرافیت و الماس و رابطهٔ «$\text{ارزش سوختی} = \frac{|\text{آنتالپی سوختن}|}{\text{جرم مولی}}$»، ارزش سوختی الماس از گرافیت بیشتر است.

مورد دوم: در مول برابر از الماس و گرافیت، تعداد مول برابری از اتم‌های کربن وجود دارد و در هر دو آلوتروپ، هر اتم کربن با ۴ پیوند اشتراکی به اتم‌های کربن مجاور متصل می‌شود؛ پس تعداد پیوندهای اشتراکی در مول برابر از گرافیت و الماس با هم برابر است.

توجه مطابق رابطهٔ زیر، در یک مول گرافیت همانند یک مول الماس، $\frac{۴}{۲} = ۲$ مول پیوند اشتراکی وجود دارد.

$$\text{تعداد مول پیوند اشتراکی} = \frac{\text{تعداد مول C} \times ۴}{۲}$$

مورد سوم: گرافیت، نرم ولی الماس، ماده‌ای سخت است. مقایسهٔ سختی: الماس > گرافیت

مورد چهارم: گرافیت رسانایی الکتریکی دارد، اما الماس نارسانا است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۴ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** مول آمونیوم نیترات ($NH_۴NO_۳$) را برابر x و مول اوره ($CO(NH_۲)_۲$) را برابر y فرض می‌کنیم. همان‌طور که می‌دانیم، حاصل‌ضرب مول هر ماده در جرم مولی آن، برابر جرم ماده خواهد شد؛ پس می‌توان نوشت: $m_{NH_۴NO_۳} = ۸۰x \ , \ m_{CO(NH_۲)_۲} = ۶۰y$

بنابراین جرم کل مخلوط برابر با $(۸۰x + ۶۰y)$ گرم خواهد بود.

گام دوم: هر مول اوره در ساختار خود یک مول کربن دارد؛ پس y مول اوره دارای y مول کربن یا $۱۲y$ گرم کربن می‌باشد و داریم:

$$\text{درصد جرمی C} = \frac{\text{جرم C}}{\text{جرم کل مخلوط}} \times ۱۰۰$$

$$۱۲ = \frac{۱۲y}{۸۰x + ۶۰y} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰x + ۶۰y = ۱۰۰y \Rightarrow ۸۰x = ۴۰y \Rightarrow y = ۲x$$

گام سوم: هر مول آمونیوم نیترات در ساختار خود، دو مول N دارد (x مول آمونیوم نیترات دارای $۲x$ مول یا $۲۸x$ گرم N است) و هر مول اوره نیز در ساختار خود دو مول N دارد (y مول اوره دارای $۲y$ مول یا $۲۸y$ گرم N است)؛ پس خواهیم داشت:

$$\text{درصد جرمی N} = \frac{۲۸x + ۲۸y}{۸۰x + ۶۰y} \times ۱۰۰ \xrightarrow{y=۲x} \text{درصد جرمی N} = \frac{۸۴۰۰x}{۲۰۰x} = ٪۴۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۰۵ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) شکل نشان داده شده، تک‌لایه‌ای از گرافیت یا همان گرافن است. گرافن یک جامد کووالانسی انعطاف‌پذیر و شفاف است و مقاومت کششی آن ۱۰۰ برابر فولاد هم‌جرم خود می‌باشد.

۲) در ساختار لایه‌ای گرافیت، میان لایه‌ها نیروی جاذبهٔ واندروالسی ضعیف وجود دارد و هیچ پیوند اشتراکی بین اتم کربن یک لایه با اتم کربن لایهٔ دیگر وجود ندارد.

۳) گرافن، تک‌لایه‌ای از گرافیت به ضخامت یک اتم کربن است.

۴) استفاده از گرافیت و نوار چسب، یک روش ساده برای تهیهٔ گرافن می‌باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۶ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) شعاع اتمی کربن از شعاع اتمی سیلیسیم کوچک‌تر است؛ پس ترتیب طول پیوند، قدرت پیوند و آنتالپی پیوند در الماس (A)، سیلیسیم کربید (X) و سیلیسیم (D) به صورت روبه‌رو خواهد بود:

طول پیوند: $Si-Si > Si-C > C-C$

قدرت پیوند (آنتالپی پیوند): $Si-Si < Si-C < C-C$

۲) از آن‌جا که ساختار سه مادهٔ کووالانسی داده‌شده مشابه یکدیگر است، هر چه پیوندهای اشتراکی در ساختار یک جامد کووالانسی قوی‌تر باشد، نقطهٔ ذوب و سختی آن بیشتر خواهد بود؛ بنابراین داریم:

سختی و نقطهٔ ذوب: $A > X > D$

۳) هر ۳ ماده، جامد کووالانسی هستند و در ساختار آن‌ها هر اتم با ۴ اتم مجاور خود، ۴ پیوند اشتراکی یگانه تشکیل می‌دهد.

۴) در ساختار الماس، فقط پیوند $C-C$، در ساختار سیلیسیم کربید فقط پیوند $Si-C$ و در ساختار سیلیسیم فقط پیوند $Si-Si$ وجود دارد؛ یعنی در ساختار این ۳ ماده، در مجموع ۳ نوع پیوند اشتراکی وجود دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

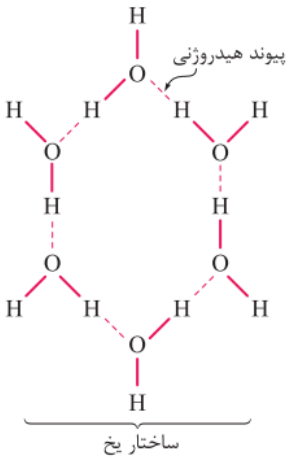
۲۰۷ **پاسخ تشریحی** فقط عبارت چهارم درست است.

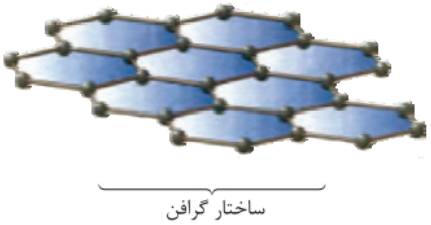
بررسی عبارت‌ها:

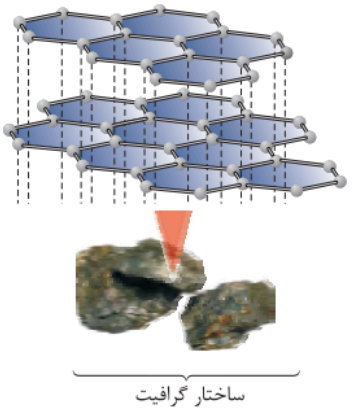
عبارت اول: مواد اولیه برای ساخت آثار باستانی، افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند.

عبارت دوم: اغلب مواد سازندهٔ خاک رس، اکسیدها هستند. برای مثال در خاک رس، فلز طلا نیز یافت می‌شود که جزء اکسیدها به شمار نمی‌رود.

عبارت سوم: گرافن، گرافیت و یخ هر سه دارای ساختارهای شش‌ضلعی (نه شش‌وجهی!) همانند کندوی زنبورعسل هستند.







عبارت چهارم: در ساختار گرافیت، بین اتم‌های موجود در هر لایه، نیروی جاذبه از نوع پیوند اشتراکی (کووالانسی) است، اما بین اتم‌های دو لایهٔ مجاور، جاذبهٔ ضعیف واندوالسی وجود دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۸ **پاسخ تشریحی** در ساختار n مول سیلیس (SiO_2)، n مول Si و $2n$ مول O وجود دارد؛ بنابراین داریم:

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی} = \frac{\overbrace{(n \times 4)}^{Si} + \overbrace{(2n \times 2)}^{O}}{2} = 4n$$

از طرفی، در ساختار n مول گرافیت، n مول C وجود دارد؛ بنابراین:

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی} = \frac{n \times 4}{2} = 2n$$

$$\Rightarrow \frac{\text{شمار پیوندهای اشتراکی در } n \text{ مول سیلیس}}{\text{شمار پیوندهای اشتراکی در } n \text{ مول گرافیت}} = \frac{4n}{2n} = 2$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۰۹ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن از مولکول‌های مجاور خود پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند. *میان اتم‌های درون یک مولکول که پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شه!*

۲) در ساختار یخ، هر مولکول آب با ۴ مولکول آب دیگر پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

۳) آب فقط در حالت جامد، ساختار بلوری (شبکه‌ای سه‌بعدی) دارد.

۴) مولکول‌های آب در حالت مایع و جامد با مولکول‌های مجاور خود پیوند هیدروژنی قوی برقرار می‌کنند و در حالت گازی (بخار) به دلیل فاصلهٔ زیاد میان مولکول‌های آب، پیوندهای هیدروژنی بسیار ضعیف هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۱۰ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های دوم تا چهارم نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: رفتار فیزیکی مواد مولکولی (مانند نقطهٔ جوش) به نوع و قدرت نیروهای جاذبهٔ بین مولکول‌های آن‌ها وابسته است و قدرت نیروهای جاذبهٔ بین مولکول‌ها نیز به طور عمده به قطبیت و جرم مولی آن‌ها بستگی دارد.

عبارت دوم: رفتار شیمیایی مواد مولکولی، به جفت‌الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی آن‌ها بستگی دارد، اما دقت کنید که در ساختار مولکول اتین ($H-C\equiv C-H$)، جفت‌الکترون ناپیوندی وجود ندارد.

عبارت سوم: اوزون (O_3) دارای مولکول‌های قطبی و اکسیژن (O_2) دارای مولکول‌های ناقطبی است؛ پس نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های O_3 از این نیروها در O_2 قوی‌تر است و گرمای لازم برای تبخیر هر مول اوزون (آنتالپی تبخیر اوزون) بیشتر از گرمای لازم برای تبخیر هر مول اکسیژن (آنتالپی تبخیر اکسیژن) است.

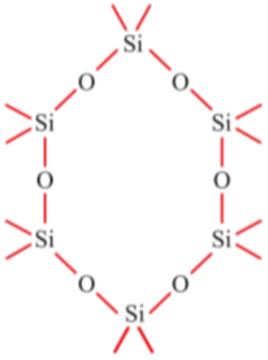


نکته پایداری یا واکنش‌پذیری کم، یکی از رفتارهای شیمیایی مواد است، ولی آنتالپی تبخیر از جمله رفتارهای فیزیکی مواد محسوب می‌شود.

عبارت چهارم: در کتاب درسی می‌خوانیم که اغلب ترکیب‌های آلی جزء مواد مولکولی به شمار می‌آیند؛ یعنی برخی ترکیب‌های آلی را نمی‌توان مادهٔ مولکولی در نظر گرفت.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۱ **پاسخ تشریحی** در همهٔ جامدهای کووالانسی همهٔ اتم‌ها با چهار پیوند به اتم‌های دیگر متصل نیستند؛ مثلاً در ساختار سیلیس (SiO_2) هر اتم اکسیژن، به دو اتم سیلیسیم با پیوند اشتراکی متصل است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند، جزء مواد مولکولی به شمار می‌روند؛ زیرا مواد کووالانسی به دلیل ساختار شبکه‌ای غول‌آسا، و ترکیب‌های یونی به دلیل نیروهای جاذبهٔ قوی میان یون‌های ناهمنام، در دما و فشار اتاق جامد هستند.

۳) مواد کووالانسی فقط به چند مادهٔ خاص (مانند الماس، گرافیت، سیلیس و ...) محدود می‌شوند؛ از طرفی اغلب ترکیب‌های آلی (مانند هیدروکربن‌ها، الکل‌ها و ...) جزء مواد مولکولی هستند و *برهمگان واضحه* که تنوع و شمار ترکیب‌های آلی، چه‌قدر زیاد است.

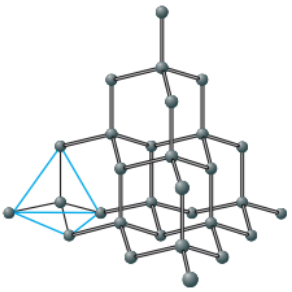
۴) کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس (SiO_2) است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

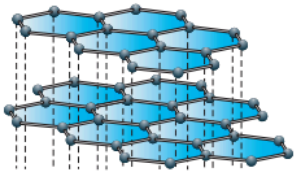
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۱۲ فقط عبارت چهارم درست است.

پاسخ تشریحی شکل B، مربوط به گرافیت و شکل A، مربوط به الماس است.



الماس (A)



گرافیت (B)

بررسی موارد:

- در هر دو دگرشکل، هر اتم کربن با اتم‌های کربن مجاور خود، ۴ پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد (در گرافیت، یکی از پیوندها دوگانه است).
- چگالی الماس ($۳/۵۱\ g.cm^{-۳}$) از چگالی گرافیت ($۲/۲۷\ g.cm^{-۳}$) بیشتر است، اما هر دو دگرشکل، چگالی بیشتری نسبت به آب ($۱\ g.cm^{-۳}$) دارند و در آب فرومی‌روند.
- گرافیت دارای ساختاری لایه‌ای بوده و یک جامد کووالانسی دوبعدی است، ولی الماس یک جامد کووالانسی سه‌بعدی است.
- در گذشته، به دلیل شکل ظاهری، مردم فکر می‌کردند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. این ماده در مغز مداد کاربرد دارد و هم‌چنان به سرب مداد معروف است. در گرافیت به دلیل ساختار لایه‌ای آن و نیروی ضعیف وان‌درووالسی بین لایه‌های کربنی، با حرکت مغز مداد بر روی کاغذ، گرافیت موجود در آن به صورت لایه‌لایه جدا شده و بر روی کاغذ بر جای می‌ماند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

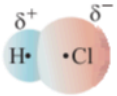
۲۱۳ فقط مورد اول درست است.

پاسخ تشریحی بررسی همهٔ موارد:

- شیمی‌دان‌ها برای نمایش توزیع الکترون‌ها و بررسی تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ یک گونهٔ شیمیایی، از شکل‌هایی به نام نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی استفاده می‌کنند. در این نقشه‌ها، رنگ سرخ، تراکم بیشتر بار الکتریکی منفی و رنگ آبی، تراکم کم‌تر بار الکتریکی منفی را نشان می‌دهد.



- در نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی، رنگ سرخ برای هر اتم، نشان‌دهندهٔ بار جزئی منفی (δ^-) و رنگ آبی برای هر اتم، نشان‌دهندهٔ بار جزئی مثبت (δ^+) بر روی آن‌هاست و این موضوع به توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم‌ها بستگی دارد؛ نه اندازهٔ شعاع آن‌ها! برای مثال در مولکول ناجورهستهٔ HCl، اتم Cl که خاصیت نافلزی بیشتری دارد، دارای بار جزئی منفی (δ^-) و اتم H با خاصیت نافلزی کم‌تر، دارای بار جزئی مثبت (δ^+) است؛ بنابراین در نقشهٔ الکتروستاتیکی مولکول HCl، اتم H (با شعاع کم‌تر) به رنگ آبی و اتم Cl (با شعاع بیشتر)، به رنگ قرمز درمی‌آید.



- نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی برای نمایش همهٔ مولکول‌ها (چه خطی و چه غیرخطی) به کار می‌رود.
- *پس مولکول‌های دواتمی جورهسته که ناقطبی‌اند چی می‌شن؟* در مولکول‌های دواتمی جورهسته (مثل $H_۲$، $Cl_۲$ و ...)، چون اتم‌ها مشابه هستند، احتمال حضور جفت‌الکترون‌های پیوندی پیرامون هسته‌ها، یکسان و متقارن است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۴ **پاسخ تشریحی** از روی درصد جرمی وانادیم، بار کاتیون وانادیم موجود در اکسید را حساب می‌کنیم:

$$V^{x+}, O^{2-} \rightarrow V_2O_x$$

$$\text{درصد جرمی وانادیم} = \frac{\text{جرم V}}{\text{جرم } V_2O_x} \times 100 \Rightarrow \frac{(2\times 51)}{102+16x} \times \frac{25}{100} = \frac{17}{68} \Rightarrow \frac{\overset{3}{\cancel{51}}}{51+8x} = \frac{17}{25} \Rightarrow 8x+51=75 \Rightarrow x=3$$

بنابراین کاتیون وانادیم موجود در این اکسید، V^{3+} است.

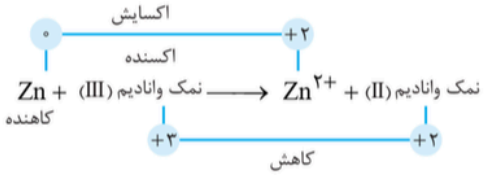
بررسی گزینه‌ها:

۱) آخرین لایهٔ کاتیون $_{23}V^{3+}$، لایهٔ سوم است که در آن ۱۰ الکترون وجود دارد. دقت کنید که در آخرین زیرلایهٔ این کاتیون ($3d^2$)، ۲ الکترون وجود دارد، نه آخرین لایهٔ آن!

$$_{23}V = [_{18}Ar]3d^3 4s^2 \Rightarrow {}_{23}V^{3+} = [_{18}Ar]3d^2 = [_{10}Ne] \underbrace{3s^2 3p^6 3d^2}_{\text{آخرین لایه}}$$

۲) در اثر واکنش محلول نمک‌های وانادیم با فلز روی، در هر مرحله، عدد اکسایش وانادیم، ۱ واحد کاهش می‌یابد؛ یعنی نمک وانادیم در هر مرحله نقش اکسنده و فلز روی، نقش کاهنده را بازی می‌کند.

در این‌جا نیز در اثر واکنش محلول سبزرنگ وانادیم (III) با مقدار کافی فلز روی، محلول بنفش‌رنگ وانادیم (II) و یون Zn^{2+} تولید می‌شود؛ یعنی رنگ محلول از سبز به بنفش تغییر می‌کند.



$$V^{3+}, SiO_4^{4-} \rightarrow V_4(SiO_4)_3$$

۳) در هر واحد فرمولی ترکیب وانادیم (III) سیلیکات، $3(5)+4=19$ اتم وجود دارد.

۴) وانادیم ($_{23}V$) در گروه ۵ جدول دوره‌ای قرار دارد و بالاترین عدد اکسایش آن ۵+ و پایین‌ترین عدد اکسایش آن برابر صفر است. همان‌طور که می‌دانید، اگر عنصری در بالاترین عدد اکسایش خود باشد (کاتیون وانادیم (V)) تنها می‌تواند کاهش یابد (الکترون بگیرد) و فقط اکسنده است و اگر عنصری دارای پایین‌ترین عدد اکسایش خود باشد (فلز وانادیم)، فقط می‌تواند اکسید شود (الکترون از دست بدهد) و فقط کاهنده است. گونه‌ها در حالت‌هایی با عددهای اکسایش دیگر (مانند وانادیم (II)، وانادیم (III) و وانادیم (IV))، هم می‌توانند در نقش اکسنده و هم در نقش کاهنده، *به ایفای نقش بپردازند!*

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۵ **پاسخ تشریحی** ساختار کووالانسی دوبعدی، رسانایی الکتریکی و وجود حلقه‌های شش‌ضلعی در ساختار ماده، از ویژگی‌های مشترک گرافیت و گرافن هستند. دقت کنید که گرافن برخلاف گرافیت، شفاف و انعطاف‌پذیر است (گرافیت سطحی تیره دارد و انعطاف‌پذیر نیست).

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۶ موارد «ب»، «ت» و «ث» درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی موارد نادرست:

الف) شکل A مربوط به یخ و شکل B مربوط به سیلیس است، اما در ساختار یخ، علاوه بر پیوند اشتراکی (کووالانسی)، پیوند هیدروژنی نیز وجود دارد.

پ) در ساختار سیلیس برخلاف ساختار یخ، حلقه‌ها، شبیه حلقه‌های کندوی زنبور عسل نیستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۱۷ عبارت‌های اول و چهارم درست‌اند.

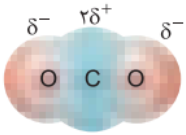
پاسخ تشریحی بررسی همهٔ موارد:

- در مولکول‌های دواتمی جورهسته (مانند Cl_2، N_2 و ...) از آن‌جا که اتم‌ها مشابه هستند، الکترون‌ها به طور مساوی بین آن‌ها توزیع می‌شوند و احتمال حضور جفت‌الکترون‌های پیوندی پیرامون هسته‌ها، یکسان است؛ به همین دلیل این مولکول‌ها ناقطبی‌اند.
- شکل هندسی گونه‌های سه‌اتمی، که در آن‌ها، اتم مرکزی فاقد الکترون یا جفت‌الکترون ناپیوندی است، خطی می‌باشد.

بنابراین شکل هندسی هر دو مولکول کربن دی‌سولفید (CS_2) و کربونیل سولفید (SCO) با یکدیگر مشابه و خطی است، اما دقت کنید که به اتم مرکزی مولکول کربن دی‌سولفید (CS_2)، اتم‌های یکسانی متصل است؛ در نتیجه این مولکول برخلاف مولکول کربونیل سولفید (SCO) ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

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

- *کی گفته؟!* مثلاً در مولکول CO_2، دو پیوند دوگانهٔ مشابه ($C=O$) وجود دارد که در هر یک از این پیوندها، اتم کربن بار جزئی مثبت ($+\delta$) و اتم اکسیژن بار جزئی منفی ($-\delta$) دارد؛ اما توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی (C) در این مولکول، کاملاً متقارن است و گشتاور دوقطبی آن برابر صفر است.



کربن دی‌اکسید

- در ۵ دورهٔ اول جدول، در مجموع ۷ عنصر (I_2، Br_2، Cl_2، F_2، O_2، N_2 و H_2) در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی جورهسته وجود دارند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۸ فقط مورد اول نادرست است.

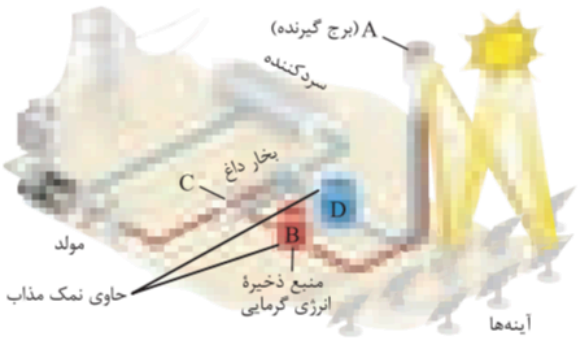
پاسخ تشریحی بررسی موارد:

- اگر اتم‌های متصل به اتم مرکزی در مولکول b یکسان باشند (مانند SO_3)، گونهٔ مورد نظر ناقطبی است و میزان بار جزئی اتم مرکزی برابر با مجموع بار جزئی اتم‌های اطراف آن است. اگر هم اتم‌های متصل به اتم مرکزی، یکسان نباشند (مانند $COCl_2$)، مولکول مورد نظر قطبی بوده و در این حالت هم، میزان بار جزئی اتم مرکزی با بار جزئی اتم‌های کناری برابر نخواهد بود.
- کاملاً درسته!
- اگر در مولکول b، اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان نباشند (مانند $COCl_2$)، مولکول قطبی است و این عبارت نیز درست است. حواستون باشه مولکول‌هایی با شکل a، به طور کلی قطبی‌اند (مانند NH_3، PCl_3 و ...).
- مولکول آمونیاک (NH_3) با شکل هندسی a، یک باز آرنیوس است و انحلال آن در آب، باعث افزایش غلظت یون هیدروکسید (OH^-) و افزایش pH آب می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۱۹ عبارت‌های «ب» و «ت» درست‌اند.



پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

الف) شارهٔ داخل لوله در قسمت A (برج گیرندهٔ خورشیدی)، باید بتواند انرژی گرمایی خورشید را برای مدت طولانی نگه دارد؛ بنابراین باید در گسترهٔ دمایی وسیعی (در این فناوری در حدود $۸۵۰-۱۳۵۰^\circ C$) به حالت مایع باشد و نمی‌توان این گسترهٔ دمایی مایع‌بودن را برای مواد مولکولی انتظار داشت. HF و $N_۲$ جزء مواد مولکولی هستند و از هیچ‌کدام نمی‌توان به عنوان شاره در قسمت A استفاده کرد.

ب) داده‌های تجربی نشان می‌دهد که گسترهٔ دمایی سدیم کلرید مذاب (سیال یا شارهٔ یونی) در فناوری تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی، در حدود $۸۵۰-۱۳۵۰^\circ C$ است؛ یعنی دمای شارهٔ یونی در حدود $۵۰۰^\circ C$ تغییر می‌کند.

پ) قسمت B، منبع ذخیرهٔ انرژی گرمایی خورشید است و در آن سیال یونی (سدیم کلرید مذاب با دمای بالا) تجمع پیدا می‌کند تا در روزهای ابری و شب هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ جهت چرخش مولد، فراهم باشد.

ت) در قسمت C، سدیم کلرید مذاب و بسیار داغ، انرژی گرمایی خود را به سیال مولکولی (آب) می‌دهد و آن را به بخار تبدیل می‌کند؛ بنابراین در این قسمت، حالت فیزیکی سیال یونی (مایع) و سیال مولکولی (گاز) با هم متفاوت است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا عنصر مورد نظر را پیدا می‌کنیم:

$$X: \underbrace{۱s^۲}_{l=۰}\ \underbrace{۲s^۲}_{l=۰}\ \underbrace{۲p^۶}_{l=۱}\ \underbrace{۳s^۲}_{l=۰} \Rightarrow X: {}_{۱۲}Mg$$

گام دوم: شعاع اتم X، هنگام تبدیل‌شدن به کاتیون، ۵۵٪ کاهش می‌یابد (۴۵ / ۰ برابر می‌شود)؛ بنابراین:

$$\text{شعاع کاتیون } Mg^{۲+} = \text{شعاع اتم (Mg)} \times \frac{۴۵}{۱۰۰} = ۱۶۰ \times \frac{۴۵}{۱۰۰} = ۷۲ \text{ pm}$$

گام سوم: نسبت قدرمطلق بار به شعاع یون را حساب می‌کنیم:

$$Mg^{۲+}: \frac{|\text{بار}|}{\text{شعاع (pm)}} = \frac{۲}{۷۲} \simeq ۲/۷۸ \times ۱۰^{-۲}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۲۱ **پاسخ تشریحی** برای حل این سؤال، ابتدا باید آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ۴ ترکیب یونی داده‌شده را با هم مقایسه کنیم:

گام اول: ابتدا مجموع قدرمطلق بار یک کاتیون و یک آنیون را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$MgO \Rightarrow \overset{Mg^{2+}}{\uparrow}\ 2 + \overset{O^{2-}}{\uparrow}\ 2 = 4 \qquad CaO \Rightarrow \overset{Ca^{2+}}{\uparrow}\ 2 + \overset{O^{2-}}{\uparrow}\ 2 = 4$$

$$Na_2O \Rightarrow \overset{Na^{+}}{\uparrow}\ 1 + \overset{O^{2-}}{\uparrow}\ 2 = 3 \qquad K_2O \Rightarrow \overset{K^{+}}{\uparrow}\ 1 + \overset{O^{2-}}{\uparrow}\ 2 = 3$$

تا این‌جا نتیجه می‌گیریم که آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب‌های یونی MgO و CaO، از Na_2O و K_2O بیشتر است.

گام دوم: مقایسهٔ شعاع یون‌ها:

$$CaO < MgO : \Delta H_{\text{فروپاشی}} \Rightarrow {}_{20}Ca^{2+} > {}_{12}Mg^{2+} \Rightarrow \text{شعاع یونی}$$

$$K_2O < Na_2O : \Delta H_{\text{فروپاشی}} \Rightarrow {}_{19}K^{+} > {}_{11}Na^{+} \Rightarrow \text{شعاع یونی}$$

بنابراین، مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور چهار ترکیب یونی مورد نظر، به صورت زیر است: $MgO > CaO > Na_2O > K_2O : \Delta H_{\text{فروپاشی}}$

بنابراین ترکیب A همان MgO، ترکیب X همان CaO، ترکیب D، Na_2O و ترکیب E همان K_2O است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) *درسته!* شعاع کاتیون سازندهٔ ترکیب X ($_{20}Ca^{2+}$) از شعاع کاتیون سازندهٔ ترکیب E ($_{19}K^{+}$) کوچک‌تر است.

نکته در گونه‌های هم‌الکترون، هر چه عدد اتمی بیشتر باشد، شعاع گونه، کوچک‌تر است. $_{19}K^{+} > {}_{20}Ca^{2+}$

۲) فلزهای قلیایی، فلزهای گروه اول جدول دوره‌ای هستند و در تناوب دوم تا هفتم جدول قرار دارند؛ بنابراین سومین فلز قلیایی جدول، $_{19}K$ است و اکسید آن K_2O می‌باشد؛ با توجه به جدول، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور K_2O (همان ترکیب E)، ۲۲۳۸ کیلوژول بر مول است؛ بنابراین:

$$0/25\,mol\,K_2O \times \frac{2238\,kJ}{1\,mol\,K_2O} = 559/5\,kJ$$

۳) فلز سازندهٔ ترکیب $A\,(MgO)$، $_{12}Mg$ و فلز سازندهٔ ترکیب $E\,(K_2O)$، $_{19}K$ است. $_{12}Mg$ در دورهٔ سوم و $_{19}K$ در دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای قرار دارند.

۴) با توجه به جدول داده‌شده، تفاوت آنتالپی فروپاشی اکسیدهای فلزهای قلیایی (E و D) کم‌تر از تفاوت آنتالپی فروپاشی اکسیدهای فلزهای قلیایی خاکی (A و X) است.

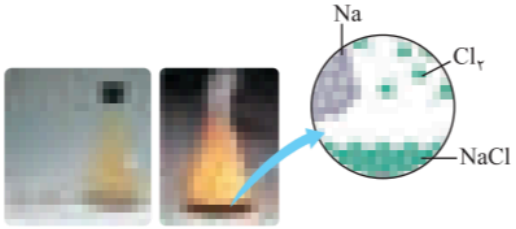
$$\Delta H_{\text{فروپاشی}}(Na_2O(s)) - \Delta H_{\text{فروپاشی}}(K_2O(s)) = 2481 - 2238 = 243\ kJ$$

$$\Delta H_{\text{فروپاشی}}(MgO(s)) - \Delta H_{\text{فروپاشی}}(CaO(s)) = 3791 - 3414 = 377\ kJ$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۲ با توجه به شکل، مادهٔ A، فلز Na، مادهٔ B گاز Cl_2 و مادهٔ D، نمک NaCl است.



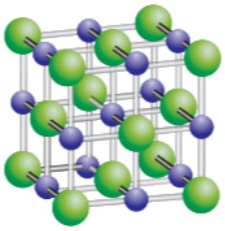
سدیم کلرید ← گاز کلر + فلز سدیم

پاسخ تشریحی بررسی گزینه‌ها:

۱) به طور کلی هر چه تفاوت بین نقطهٔ ذوب و جوش مادهٔ خالص بیشتر باشد، آن ماده در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبهٔ میان ذره‌های آن ماده قوی‌تر است. مادهٔ D $(NaCl)$ یک ترکیب یونی و مادهٔ B (Cl_2) یک مادهٔ مولکولی است؛ همان‌طور که می‌دانید پیوند یونی به مراتب قوی‌تر از نیروهای جاذبهٔ وان‌درواالسی (نیروی جاذبهٔ بین مولکولی در Cl_2) است؛ بنابراین NaCl در گسترهٔ دمایی بیشتری به حالت مایع وجود دارد.

۲) مادهٔ D $(NaCl)$ یک ترکیب یونی است و مادهٔ A (Na) یک فلز است. ترکیب‌های یونی برخلاف فلزها، در حالت جامد رسانای جریان برق نیستند.

۳) مدل گلوله و میلهٔ شبکهٔ بلور NaCl به صورت زیر است:



در این ساختار، یون‌های Cl^- (●) در رأس‌ها و مرکز وجه‌ها و یون‌های Na^+ (●) در مرکز ضلع‌ها و مرکز مکعب قرار دارند.

۴) هنگام تشکیل ترکیب یونی، پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون‌های همنام، نیروی دافعه، در تمام جهت‌ها وارد می‌شود. وجود جامدهای یونی در طبیعت حاکی از آن است که نیروهای جاذبهٔ میان یون‌های ناهمنام، بر نیروهای دافعهٔ میان یون‌های همنام غالب است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۳ **پاسخ تشریحی** الکترون‌های ظرفیتی فلزها، دریای الکترونی آن‌ها را می‌سازند و مدل دریای الکترونی برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی فلزها مانند رسانایی الکتریکی کاربرد دارد. تنوع عدد اکسایش فلزهای واسطه جزء رفتارهای شیمیایی آن‌ها به حساب می‌آید.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۲۴ به‌جز عبارت اول، بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

پاسخ تشریحی با توجه به نمودار داده‌شده، مادهٔ X که تمام طول موج‌ها را جذب کرده و به رنگ سیاه دیده می‌شود، دوده، مادهٔ Z که تمام طول موج‌ها را بازتاب کرده و به رنگ سفید دیده می‌شود، رنگدانهٔ TiO_2 و مادهٔ Y که طول موج‌های $630-700\ nm$ (که مربوط به رنگ قرمز است) را بازتاب داده و به رنگ قرمز دیده می‌شود، همان رنگدانهٔ Fe_2O_3 است.

بررسی همهٔ موارد:

- هر سه رنگدانهٔ $(Z)TiO_2$ ، $(Y)Fe_2O_3$ و دوده (X) از جمله رنگدانه‌های معدنی هستند.
- درسته! رنگدانهٔ Y، همان Fe_2O_3 (رنگدانهٔ قرمز) است.
- رنگدانهٔ Z همان TiO_2، اکسید دومین فلز واسطهٔ جدول دوره‌ای، یعنی تیتانیم $(_{22}Ti)$ است.
- عدد اکسایش تیتانیم در TiO_2 برابر $(+4)$ و عدد اکسایش آهن در Fe_2O_3 برابر $(+3)$ است. $4-3=1$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۲۵ عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند.

پاسخ تشریحی

بررسی همهٔ موارد:

الف) برای مثال با وجود این‌که چگالی فولاد از تیتانیم بیشتر است، اما هر دو مقاومت بالایی در برابر سایش دارند؛ یعنی مقاومت در برابر سایش ارتباط چندانی به چگالی ندارد!

ب) برخی فلزها مانند آهن، در اثر قرارگرفتن در معرض اکسیژن و رطوبت، به تدریج دچار خوردگی می‌شوند، اما فلزهایی مانند طلا و پلاتین، حتی در معرض اسید نیز دچار خوردگی نمی‌شوند.

پ) *کاملاً درسته!* برخی از ویژگی‌های شیمیایی مانند تنوع اعداد اکسایش، در فلزهای دستهٔ d با فلزهای اصلی جدول دوره‌ای متفاوت است.

ت) نقطهٔ ذوب بالاتر تیتانیم نسبت به فولاد، داشتن چگالی کم‌تر (سبک‌تربودن) و هم‌چنین مقاومت در برابر خوردگی و سایش، از جمله ویژگی‌هایی است که باعث شده از تیتانیم (نه فولاد!) در ساخت موتور جت استفاده شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۶ **پاسخ تشریحی** مواد یونی و فلزی در حالت مایع (مذاب) رسانای جریان برق هستند.

بررسی گزینه‌ها:

۱) مادهٔ مورد نظر می‌تواند فلز باشد و فلزها برخلاف مواد یونی در حالت جامد چکش‌خوار بوده و شکننده نیستند.

۲) فقط برای توصیف مواد مولکولی می‌توان از واژهٔ رایجی مانند نیروهای بین مولکولی استفاده کرد.

۳) فلزها در حالت جامد چکش‌خوار و رسانای جریان برق هستند.

۴) واحدهای سازندهٔ مواد یونی، کاتیون‌ها و آنیون‌ها هستند اما در این‌جا مادهٔ مورد نظر می‌تواند فلز نیز باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۲۷ **پاسخ تشریحی** **قسمت اول:** آنتالپی فروپاشی شبکه، مقدار گرمای لازم برای تبدیل یک مول جامد یونی به یون‌های گازی سازندهٔ آن را گویند، یعنی:

$$M_2X_3(s) \rightarrow 2M^{3+}(g) + 3X^{2-}(g)$$

با توجه به نمودار، ΔH_3، آنتالپی تشکیل یک مول جامد یونی $M_2X_3(s)$ از یون‌های گازی سازنده‌اش را نشان می‌دهد که مقدار آن، قرینهٔ آنتالپی فروپاشی شبکهٔ $M_2X_3(s)$ خواهد بود.

$$\text{آنتالپی فروپاشی شبکهٔ } M_2X_3(s) = -\Delta H_3$$

قسمت دوم: به فرایند تبدیل جامد به گاز، فرازش (تصعید) می‌گویند. با توجه به نمودار، ΔH_2 آنتالپی تبدیل دو مول $M(s)$ به $M(g)$ را نشان می‌دهد؛ بنابراین $\frac{\Delta H_2}{2}$ آنتالپی فرازش یک مول $M(s)$ را نشان می‌دهد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۸ **پاسخ تشریحی** بررسی موارد: مورد اول: نقطهٔ ذوب الماس از سیلیسیم بیشتر است. ✓

مورد دوم: سختی سیلیسیم کربید (SiC) از سختی سیلیسیم بیشتر است. ✓

مورد سوم: پایداری سیلیس (SiO_2) از سیلیسیم بیشتر است. ✓

مورد چهارم: پیوند $Si-O$ از $Si-C$ قوی‌تر بوده و آنتالپی پیوند $Si-O$ از $Si-C$ بیشتر است. ✓

مورد پنجم: محتوای انرژی (آنتالپی) الماس از گرافیت بیشتر است؛ در نتیجه گرمای سوختن مولی الماس از گرافیت بیشتر است. ✓

مورد ششم: چگالی الماس از چگالی گرافیت بیشتر است؛ در نتیجه در حجم برابر از این دو دگرشکل کربن، جرم، مول و شمار اتم‌های الماس از گرافیت بیشتر خواهد بود. ✗

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۲۹ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) سیلیسیم یک عنصر شبه‌فلزی است که به همراه کربن در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای قرار دارد.
سیلیسیم پس از اکسیژن، فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ پوستهٔ جامد زمین محسوب می‌شود.

۲) سیلیسیم تنها عنصر دورهٔ سوم جدول دوره‌ای است که در حالت عنصری خود به صورت جامد کووالانسی می‌باشد و نقطهٔ ذوب بالاتری نسبت به سایر عناصر هم‌دورهٔ خود دارد.

۳) سیلیسیم در ترکیب با عنصر کربن یک **ترکیب کووالانسی** (نه یونی!) به نام سیلیسیم کربید تشکیل می‌دهد. این ترکیب نقطهٔ ذوب بالایی دارد و در تهیهٔ سنباده به کار می‌رود.

۴) سیلیس (SiO_2) در حالت خالص، کوارتز نامیده می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول**: جرم مخلوط اولیه را ۱۰۰ گرم در نظر می‌گیریم؛ پس جرم آب در مخلوط اولیه برابر ۵ گرم است. جرم ترکیب A را برابر x گرم و جرم ناخالصی را برابر y گرم فرض می‌کنیم.

$$\text{جرم مخلوط اولیه}\begin{cases}5\ g & H_2O\\ x\ g & A\\ y\ g & \text{ناخالصی}\end{cases}$$

گام دوم: اگر جرم رطوبت جذب‌شده را برابر z گرم در نظر بگیریم، جرم مخلوط ثانویه برابر $(100+z)$ گرم خواهد بود. پس می‌توان جرم آب جذب‌شده و جرم ترکیب $A(x)$ را حساب کرد.

$$\text{درصد جرمی آب در مخلوط ثانویه}=\frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم مخلوط ثانویه}}\times 100 \Rightarrow 15=\frac{5+z}{100+z}\times 100 \Rightarrow z=\frac{200}{17}\ g \text{ آب}$$

$$\text{درصد جرمی ترکیب A در مخلوط ثانویه}=\frac{\text{جرم A}}{\text{جرم مخلوط ثانویه}}\times 100 \Rightarrow 68=\frac{x}{100+z}\times 100 \Rightarrow 68=\frac{x}{100+\frac{200}{17}}\times 100$$

$$\Rightarrow 6800+800=100x \Rightarrow x=76\ g\ A$$

گام سوم: حال می‌توان جرم ناخالصی در مخلوط اولیه را حساب کرد.

$$5+x+y=100 \Rightarrow 5+76+y=100 \Rightarrow y=19\ g \text{ ناخالصی}$$

بنابراین درصد ناخالصی در نمونهٔ اولیه برابر ۱۹ بوده است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۱ **پاسخ تشریحی** برای محاسبهٔ شمار کل پیوندها در دگرشکل‌های کربن از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{\text{۴} \times \text{شمار اتم‌های کربن}}{\text{۲}}$$

شمار کل پیوندها در هر واحد باکی‌بال را در فرمول مورد نظر جای‌گذاری می‌کنیم تا شمار اتم کربن در هر واحد آن به دست آید:

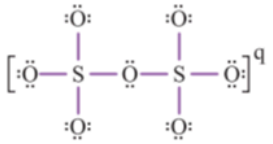
$$\text{شمار کل پیوندها در هر واحد باکی‌بال} = (\underset{\text{پیوند دوگانه}}{\text{۳۰} \times \text{۲}}) + (\underset{\text{پیوند یگانه}}{\text{۶۰} \times \text{۱}}) = \text{۱۲۰}$$

$$\text{۱۲۰} = \frac{\text{۴} \times \text{شمار اتم کربن}}{\text{۲}} \Rightarrow \text{شمار اتم کربن} = \text{۶۰} \Rightarrow C_{60}$$

پس جرم مولی باکی‌بال (C_{60})، ۶۰ برابر جرم مولی الماس $(C(s))$ است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۳۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** همهٔ اتم‌ها را با قراردادن الکترون‌های ناپیوندی لازم به آرایش هشت‌تایی می‌رسانیم.



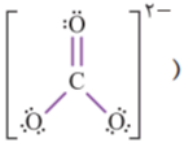
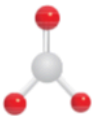
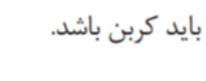
گام دوم: با استفاده از فرمول گفته‌شده در قسمت درس‌نامه، بار یون را حساب می‌کنیم.

$$\text{باریون} = (\underset{\text{شمار اتم اکسیژن}}{\text{۷} \times \text{۶}} + \underset{\text{شمار اتم گوگرد}}{\text{۲} \times \text{۶}}) - (\underset{\text{شمار جفت‌الکترون پیوندی}}{\text{۸} \times \text{۲}} + \underset{\text{شمار جفت‌الکترون ناپیوندی}}{\text{۲۰} \times \text{۲}}) = \text{۵۴} - \text{۵۶} = -\text{۲}$$

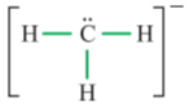
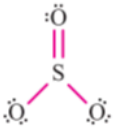
گام سوم: بار یون را بر بار یون سیلیکات (SiO_4^{4-}) تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{-\text{۲}}{-\text{۴}} = \frac{\text{۱}}{\text{۲}}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۳۳ **پاسخ تشریحی** شکل هندسی آمونیاک $(H-\ddot{N}(-H)-H)$ به صورت  بوده و شکل هندسی یون کربنات () به صورت  می‌باشد. شکل هندسی XH_3^- به شرطی می‌تواند مشابه آمونیاک باشد که روی اتم مرکزی X یک جفت الکترون ناپیوندی وجود داشته باشد، یعنی ساختار آن به صورت  باشد. در این حالت X باید کربن باشد.

ساختار YO_3 نیز به شرطی می‌تواند مشابه CO_3^{2-} باشد که روی Y الکترون ناپیوندی وجود نداشته باشد، پس Y باید گوگرد (S) باشد.

$$CH_3^- \Rightarrow$$  $$SO_3 \Rightarrow$$ 

بررسی گزینه‌ها:

۱) C و S می‌توانند مولکول‌های ناقطبی CS_2 تشکیل بدهند.

۲) C و S هر دو در دمای اتاق جامد هستند.

۳) کربن به حالت گرافیت، رسانای جریان برق است.

۴) بین مولکول‌های H_2S پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۴ **پاسخ تشریحی** همهٔ عبارت‌ها نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در برخی از مولکول‌های سه‌اتمی مانند CO_2، هستهٔ همهٔ اتم‌ها روی یک خط راست است ($\ddot{O}=C=\ddot{O}$) ولی در برخی از مولکول‌های سه‌اتمی مانند SO_2 ($\ddot{O}\!-\!\ddot{S}\!=\!\ddot{O}$) همهٔ اتم‌ها روی یک خط راست قرار ندارند.

عبارت دوم: مولکول سه‌اتمی O_3 که همهٔ اتم‌های سازندهٔ آن یکسان است، قطبی می‌باشد.

عبارت سوم: با این‌که مولکول CO_2 سه‌اتمی و ناقطبی است، ولی اتم کربن آن دارای بار جزئی مثبت و اتم‌های اکسیژن آن دارای بار جزئی منفی هستند.

عبارت چهارم: در برخی مولکول‌های سه‌اتمی مانند SO_2، بار جزئی اتم‌های اکسیژن کناری، منفی است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۵ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) هر چه نقطهٔ جوش یک ماده بیشتر باشد، هنگام گرم‌کردن در حالت مایع، دشوارتر تبخیر می‌شود، ولی هنگام سردکردن آن در حالت گازی، آسان‌تر مایع می‌شود. پروپان (C_3H_8) دارای مولکول‌های ناقطبی است، ولی مولکول‌های سازندهٔ دی‌متیل اتر (CH_3-O-CH_3) قطبی هستند، پس قدرت نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی در پروپان کم‌تر بوده و نقطهٔ جوش پایین‌تری از دی‌متیل اتر دارد. در نتیجه هنگام سردکردن این دو گاز، دی‌متیل‌اتر آسان‌تر و پروپان دشوارتر به حالت مایع تبدیل می‌شود.

۲) فرمول مولکولی یخ خشک، CO_2 و فرمول مولکولی یخ معمولی، H_2O است.

$$\text{درصد جرمی O} = \frac{\text{جرم O}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰ \begin{cases} \text{درصد جرمی O در یخ} = \frac{۱\times۱۶}{(۱\times۱۶)+(۲\times۱)}\times۱۰۰ = \frac{۱۶۰۰}{۱۸} \\ \text{درصد جرمی O در یخ خشک} = \frac{۲\times۱۶}{(۱\times۱۲)+(۲\times۱۶)}\times۱۰۰ = \frac{۳۲۰۰}{۴۴} \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{۳۲۰۰}{۴۴}}{\frac{۱۶۰۰}{۱۸}} = \frac{۱۸}{۲۲} = \frac{۹}{۱۱}$$

۳) فرمول شیمیایی کلروفرم به صورت $CHCl_3$ است.

۴) عدد اکسایش گوگرد در هر دو ترکیب برابر ۲- است.

هیدروژن سولفید $\Rightarrow$ $H_2\ddot{S}$ ($۶-۸=-۲$)

کربونیل سولفید $\Rightarrow$ $:\ddot{S}=C=\ddot{O}:$ ($۶-۸=-۲$)

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud

۲۳۶ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند.

در دورهٔ سوم یون $_{13}Al^{3+}$ بیشترین چگالی بار را بین یون‌های این دوره دارد، پس عنصر M همان $_{13}Al$ است. چون A، M و D سه عنصر متوالی دورهٔ سوم هستند، پس A همان $_{12}Mg$ و D همان $_{14}Si$ خواهد بود.

بررسی عبارت‌ها:

الف) نافلز زردرنگی که در دما و فشار اتاق حالت فیزیکی جامد دارد، همان گوگرد $(_{16}S)$ است. ✗

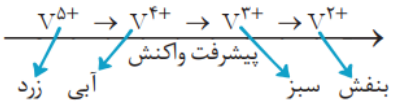
ب) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور کلرید A (یعنی $MgCl_2$) از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ فسفید M (یعنی AIP) کم‌تر است، چون مجموع قدرمطلق بار یون‌ها در $MgCl_2$ $(|+2|+|-1|=3)$ از مجموع قدرمطلق بار یون‌ها در AIP $(|+3|+|-3|=6)$ کم‌تر است. ✓

پ) در یون‌های هم‌الکترون، هر چه بار یون مثبت‌تر باشد (شمار پروتون‌های هسته بیشتر باشد) شعاع یونی کوچک‌تر و هر چه بار یون منفی‌تر باشد (شمار پروتون‌های هسته کم‌تر باشد)، شعاع یون بزرگ‌تر است. پس شعاع یون پایدار M (یعنی $_{13}Al^{3+}$) از شعاع یون $_7X^{3-}$ (یعنی $_7N^{3-}$) کوچک‌تر است. ✓

ت) عدد اتمی عنصر D (یعنی $_{14}Si$) برابر ۱۴ است $(Z=14)$، پس عدد اتمی $_{Z+6}E$ برابر ۲۰ خواهد بود. عنصر $_{20}Ca$، جزء فلزهای قلیایی خاکی می‌باشد. ✗

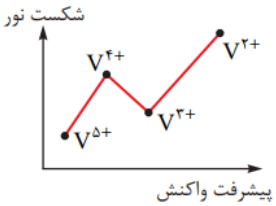
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۳۷ **پاسخ تشریحی** ترتیب عدد اکسایش وانادیم در واکنش محلول نمک وانادیم (V) با پودر روی به صورت زیر است:



ترتیب انرژی و زاویهٔ شکست هنگام عبور از منشور برای نورهای بنفش، سبز، آبی و زرد به صورت روبه‌رو است: زرد < سبز < آبی < بنفش

پس نمودار شکست نور برحسب پیشرفت واکنش به صورت مقابل خواهد بود:



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۳۸ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول و سوم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها: عبارت اول: تمدن‌های آغازی براساس گسترهٔ کاربری مواد نام‌گذاری شده‌اند:

... ⟵ دورهٔ آهن ⟵ دورهٔ برنز ⟵ دورهٔ سنگی

نکته این ترتیب را می‌توانید با مخفف «سبا» یعنی سنگی، برنز و آهن به خاطر بسپارید!

عبارت دوم: امروز در ساخت پروانهٔ کشتی اقیانوس‌پیما از فلز تیتانیم استفاده می‌شود. چون این فلز با ذره‌های موجود در آب دریا تقریباً واکنش نمی‌دهد، همچنین چگالی آن کمتر از فولاد است.

عبارت سوم: رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلوئید هستند که لایهٔ نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند.

عبارت چهارم: از آلیاژ نیتینول (آلیاژی از نیکل و تیتانیم) در سازه‌های فلزی ارتودنسی استفاده می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۳۹ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** معادلهٔ واکنش انجام‌شده را می‌نویسیم. با توجه به این‌که محلول وانادیم در عدد اکسایش ۲+، بنفش‌رنگ است، طی واکنش V^{4+} به V^{2+} تبدیل می‌شود:

$$Zn(s) + V^{4+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + V^{2+}(aq)$$

گام دوم: جرم $Zn(s)$ را حساب می‌کنیم:

روش اول: استفاده از کسر تبدیل:

$$?\,g\,Zn = 0/5\,L\,V^{4+}\,\text{محلول} \times \frac{0/15\,mol\,V^{4+}}{1\,L\,V^{4+}\,\text{محلول}} \times \frac{1\,mol\,Zn}{1\,mol\,V^{4+}} \times \frac{65\,g\,Zn}{1\,mol\,Zn} = 4/875\,g\,Zn \simeq 4/88\,g\,Zn$$

روش دوم: استفاده از کسر تناسب:

$$\frac{\underbrace{\text{حجم محلول} \times \text{غلظت مولی}}_{\text{ضریب}}}{V^{4+}\,\text{محلول}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Zn}} \Rightarrow \frac{0/15 \times 0/5}{1} = \frac{x}{1 \times 65} \Rightarrow x = 4/875\,g\,Zn \simeq 4/88\,g\,Zn$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۴۰ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: باریم $(_{56}Ba)$ در گروه دوم جدول دوره‌ای قرار دارد و دارای دو الکترون ظرفیتی است. در مدل دریای الکترونی فلزها، اتم‌های فلزی الکترون‌های ظرفیتی خود را در دریای الکترونی شرکت می‌دهند.

عبارت دوم: در ساختار ترکیب‌های یونی که از یون‌های چندتایی تشکیل شده‌اند، اتم‌های سازندهٔ یون چندتایی (مانند SO_4^{2-} در ترکیب Na_2SO_4) با پیوند اشتراکی به هم متصل شده‌اند.

عبارت سوم: برخی از فلزهای واسطه مانند روی $(_{30}Zn)$ فقط یک نوع عدد اکسایش (+۲) در ترکیب‌های خود دارند، در صورتی که برخی فلزهای اصلی مانند Sn و Pb، عددهای اکسایش ۲+ و ۴+ دارند.

عبارت چهارم: فلزها در حالت جامد و مذاب رسانای جریان برق هستند و چون به واسطهٔ حرکت الکترون‌های آزاد (الکترون‌های ظرفیتی) خود جریان برق را عبور می‌دهند، تجزیه نمی‌شوند، اما با عبور جریان برق از درون یک ترکیب یونی مذاب، یک تغییر شیمیایی (برقکافت) در مادهٔ یونی رخ می‌دهد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۱ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** آرایش الکترونی هر دو اتم را نوشته و شمار الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها را حساب می‌کنیم:

$$_{22}Ti : [_{18}Ar]\,3d^2 4s^2 \quad \text{و} \quad _{28}Ni : [_{18}Ar]\,3d^8 4s^2$$

۴ الکترون ظرفیتی — ۱۰ الکترون ظرفیتی

گام دوم: جرم اتم‌های نیکل و تیتانیم را محاسبه کرده و درصد جرمی نیکل را به دست می‌آوریم. فرض می‌کنیم ۸ مول نیکل و ۷ مول تیتانیم در این آلیاژ وجود دارد.

$$m_{Ni} = 8 \times 58 = 464\,g$$

$$m_{Ti} = 7 \times 48 = 336\,g$$

$$\text{درصد جرمی } Ni = \frac{m_{Ni}}{m_{Ni} + m_{Ti}} \times 100 = \frac{464}{464 + 336} \times 100 = \frac{464}{8} = \%58$$

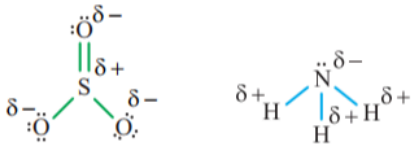
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۲ **پاسخ تشریحی** گوگرد تری‌اکسید (SO_3) یک اکسید نافلزی و اسیدی است؛ کاغذ pH در محلول‌های اسیدی به رنگ سرخ درمی‌آید.

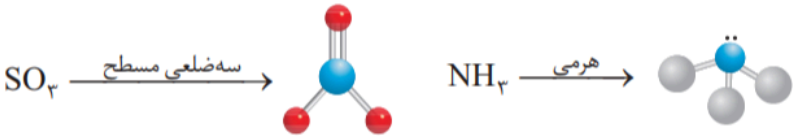
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مقایسهٔ خصلت نافلزی عنصرهای اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و هیدروژن به صورت $O > N > S > H$ است؛ بنابراین در SO_3، اتم گوگرد بار جزئی مثبت و در NH_3، اتم نیتروژن، بار جزئی منفی دارد.



۲) *برعکس گفته!* مولکول SO_3 ناقطبی و مولکول NH_3، قطبی است.

۳) شکل هندسی SO_3 با NH_3 متفاوت است.



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۳ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «الف» و «ب» درست‌اند.

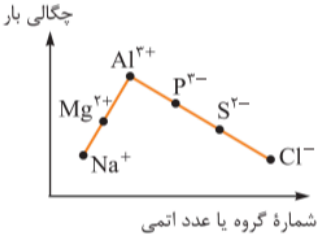
بررسی عبارت‌های نادرست:

پ) در دوره‌های دوم و سوم، بزرگ‌ترین شعاع یونی مربوط به عنصرهای گروه ۱۵ است. آرایش الکترونی عنصرهای گروه ۱۵ به ns^2np^3 ختم می‌شود.

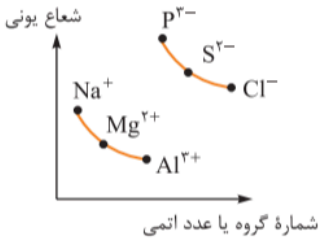
ت) می‌دانیم در مقایسهٔ چگالی بار یون‌ها، اولویت با بار یون است؛ یعنی هر چه مقدار بار یون بیشتر باشد، چگالی بار یون بیشتر است. در ضمن اگر مقدار بار دو یون برابر باشد، یونی که شعاع کم‌تری دارد، چگالی بار آن بیشتر است.

چگالی بار: $Al^{3+} > P^{3-} > Mg^{2+} > S^{2-} > Na^+ > Cl^-$

بنابراین بیشترین چگالی بار یون پایدار در دورهٔ سوم، متعلق به عنصر گروه ۱۳ (آلومینیم) و کم‌ترین آن مربوط به عنصر گروه ۱۷ (کلر) است.



نمودار داده‌شده، در صورت سؤال، در واقع مربوط به مقایسهٔ شعاع یون‌های پایدار عنصرهای دورهٔ سوم است:



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۴ **پاسخ تشریحی** همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند.

بررسی موارد:

مورد اول: مقاومت کششی گرافن ۱۰۰ برابر فولاد است.

مورد دوم: با دورکردن دو سر سیم، مقاومت الکتریکی افزایش می‌یابد. از آن‌جایی که مقدار مقاومت با شدت روشنایی لامپ (یا به عبارتی، جریان عبوری) رابطهٔ عکس دارد، شدت نور لامپ کاهش می‌یابد.

مورد سوم: اگر دو سر سیم را به هم نزدیک کنیم، مقاومت الکتریکی کاهش می‌یابد. (زیرا مقدار کم‌تری از گرافن در مدار قرار دارد.)

مورد چهارم: الماس برخلاف گرافن رسانای جریان برق نیست؛ پس با جای‌گذاری الماس به جای گرافن، مدار قطع شده و لامپ خاموش می‌شود.

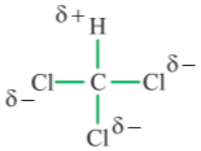
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۵ **پاسخ تشریحی** به‌جز عبارت سوم، بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

- کلروفرم ($CHCl_3$) مولکولی قطبی بوده (همهٔ اتم‌های متصل به اتم مرکزی آن یکسان نیستند.) و در دمای اتاق، مایع است؛ باریکهٔ مایع آن در کتاب درسی نشان داده شده است.
- فرمول مولکولی کلرواتان، به صورت C_2H_5Cl است.

$$CHCl_3 - C_2H_5Cl = 2Cl - C - 4H = 71 - 12 - 4 = 55\,g$$

- مقایسهٔ خصلت نافلزی عنصرهای کربن، هیدروژن و کلر به صورت $Cl > C > H$ است؛ بنابراین اتم‌های کلر دارای بار جزئی منفی ($\delta-$) هستند اما اتم هیدروژن، دارای بار جزئی مثبت ($\delta+$) می‌باشد.



- با جایگزینی اتم هیدروژن کلروفروم با کلر، CCl_4 تشکیل می‌شود که مولکولی ناقطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۶ **پاسخ تشریحی** با توجه به شکل، شعاع اتم X پس از تبدیل‌شدن به یون، کاهش یافته است؛ بنابراین با یک اتم فلزی مواجه هستیم که الکترون (های) خود را از دست داده و به کاتیون تبدیل شده است. طبق گفتهٔ صورت سؤال داریم:

$$\frac{\text{قدرمطلق بار}}{\text{شعاع یون}} = 2/02\times10^{-2} \Rightarrow \text{بار} = 2/02\times10^{-2}\times99 \Rightarrow \text{بار} \simeq 2 \Rightarrow X^{2+}$$

بنابراین نیم‌واکنش کاهش عنصر X به صورت مقابل نوشته می‌شود: $X^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow X(s)$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۴۷ **پاسخ تشریحی** ۴، برخلاف سایر گزینه‌ها، درست است.

بررسی گزینه‌ها:

۱ نقطهٔ ذوب و جوش و تفاوت آن‌ها در مس (Cu) از سدیم کلرید بیشتر است.

۲ ترکیب‌های یونی در حالت جامد، رسانای جریان برق نیستند، اما در حالت مذاب و محلول خاصیت رسانایی دارند.

۳ به دلیل تفاوت بار یون‌های X^{2-} و Y^- نمی‌توان در خصوص رابطهٔ موجود میان شعاع آن‌ها به یقین اظهار نظر کرد.

۴ ترکیبی که باعث و سرخ‌فام‌شدن خاک رس می‌شود، آهن (III) اکسید یا Fe_2O_3 است که به دلیل رنگ سرخ خود، طول موج‌های نزدیک ۷۰۰ نانومتر را بازتاب کرده یا از خود عبور می‌دهد.

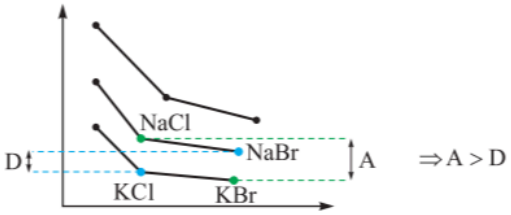
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۸ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های سوم و چهارم نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

- در بین هالیدهای فلزهای قلیایی، LiF بیشترین آنتالپی فروپاشی شبکه را دارد و با توجه به نمودار، تنها ترکیبی است که آنتالپی فروپاشی شبکهٔ آن بیشتر از $1000\ kJ.mol^{-1}$ است.
- آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور سدیم برمید (NaBr) حدود $750\ kJ.mol^{-1}$ است؛ بنابراین در تشکیل ۰/۵ مول از آن، $\frac{750}{2} = 375$ کیلوژول گرما آزاد می‌شود.
- روی نمودار، ترکیبات گفته‌شده را پیدا می‌کنیم:



مطابق نمودار مشخص است که تفاوت آنتالپی فروپاشی NaBr و KCl از تفاوت آنتالپی فروپاشی KBr و NaCl کم‌تر است.

- با توجه به برابربودن بار یون‌ها در هر دو ترکیب و بیشتربودن آنتالپی فروپاشی ترکیب NaF نسبت به LiCl، مجموع شعاع یون‌های سازندهٔ NaF از LiCl کم‌تر است.

$$\text{آنتالپی فروپاشی شبکه} \uparrow = \frac{\text{بار یون} \rightarrow \text{ثابت}}{\text{شعاع یون} \downarrow}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۴۹ **پاسخ تشریحی** تمام موارد نادرست‌اند.

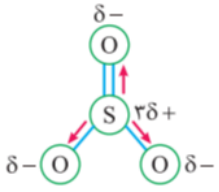
بررسی ردیف‌ها:

ردیف (۱): دلیل خنثی‌بودن ترکیبات یونی، برابربودن مجموع بار کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آن‌ها است نه تعداد آن‌ها! در برخی ترکیبات یونی مانند Al_2O_3، شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها در واحد فرمولی برابر نیست.

ردیف (۲): دلیل سختی بیشتر الماس، شبکهٔ واحد و غول‌آسای سه‌بعدی آن است. گرافیت ساختار دوبعدی و لایه‌ای دارد و لایه‌ها روی هم می‌لغزند و این ویژگی باعث می‌شود سخت و مقاوم نباشد.

ردیف (۳): *امیدوارم توی دام نیفتاده باشی!* برای جامدهای کووالانسی استفاده از واژه‌های مولکول، نیروی بین مولکولی، فرمول مولکولی و ... *شرعاً و قانوناً حرام است.*

ردیف (۴): در مولکول گوگرد تری‌اکسید (SO_3)، خاصیت نافلزی اتم‌های O از S بیشتر است و تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ آن یکسان نیست. (دقت داشته باشید که بار الکتریکی $+\delta$ روی اتم گوگرد ۳ برابر بارالکتریکی $-\delta$ روی هر یک از اتم‌های اکسیژن است.) دلیل ناقطبی‌بودن این مولکول، توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی می‌باشد.



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۵۰ **پاسخ تشریحی** مطابق جدول صفحهٔ ۸۷ کتاب درسی، چگالی فولاد از تیتانیم بیشتر است؛ یعنی در حجم یکسان حجم فولاد کم‌تر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از مدل دریای الکترونی برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی فلزها استفاده می‌شود.

دام تستی در جملهٔ بالا به ۲ مورد توجه ویژه داشته باشید: ۱) دریای الکترونی صرفاً رفتارهای فیزیکی را توجیه می‌کند، نه رفتارهای شیمیایی! ۲) تنها برخی رفتارهای فیزیکی را توجیه می‌کند، نه همه را!

۲) تنها الکترون‌های ظرفیت یک اتم در تشکیل دریای الکترونی نقش دارند، نه همهٔ الکترون‌ها!

۳) مجموع عدد کوئوردیناسیون یون‌های Na^+ و Cl^- در شبکهٔ بلوری سدیم کلرید برابر $۶+۶=۱۲$ است، نه ۶!

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۵۱ **پاسخ تشریحی**

a) می‌تواند نشان‌دهندهٔ جامدهای کووالانسی مانند سیلسیم، کوارتز یا سیلیس باشد.

b) ساختار لایه‌ای دارد و می‌تواند گرافیت باشد.

c) می‌تواند یک ترکیب یونی مانند کلسیم اکسید یا منیزیم برمید باشد.

d) یک جامد چکش‌خوار است و می‌تواند یک فلز مانند آلومینیم، سرب یا آلیاژ فلزی باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۵۲ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) اگر اتم‌های متصل به اتم مرکزی در یک مولکول متفاوت باشند، مولکول قطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. مانند SCO یا $CH_۴O$!

۲) در دورهٔ سوم، بیشترین شعاع اتمی مربوط به اولین عنصر دوره یعنی $_{۱۱}Na$ است؛ اما بیشترین شعاع یونی در این دوره، مربوط به $_{۱۵}P^{۳-}$ می‌باشد.

۳) اوزون ($O_۳$) با این‌که از اتم‌های یکسانی تشکیل شده است، اما مولکولی قطبی به حساب می‌آید.

۴) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب‌های یونی با بار یون‌ها رابطهٔ مستقیم و با شعاع آن‌ها رابطهٔ وارونه دارد. در فلزهایی قلیایی با کاهش واکنش‌پذیری فلز (یعنی از پایین به بالا)، شعاع یون پایدارشان کاهش یافته و آنتالپی فروپاشی آن‌ها افزایش می‌یابد:

آنتالپی فروپاشی : $LiF > NaF > KF$

کاهش واکنش‌پذیری فلز

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۳ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) در میان هالوژن‌ها، فقط F_2 است که در دمای $-۲۰۰^\circ C$، با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد. فلز قلیایی هم‌دورهٔ فلوئور ($_۹F$)، لیتیم ($_۳Li$) است. لیتیم برخلاف سایر فلزهای قلیایی به آرایش دوتایی (گاز نجیب هلیم) می‌رسد و نه هشت‌تایی!

$$_۳Li: ۱s^۲ ۲s^۱ \Rightarrow {}_۳Li^+: ۱s^۲ = [{}_۲He]$$

۲) فراوردهٔ واکنش، یک ترکیب یونی با فرمول شیمیایی MX است. با توجه به این‌که دو عنصر M و X، هم‌دوره هستند، شعاع M^+ قطعاً از شعاع X^- کوچک‌تر است، زیرا M^+ یک لایهٔ الکترونی کم‌تر از X^- دارد. مثال:

شعاع یونی: $_{۱۱}Na^+ < {}_{۱۷}Cl^-$

۳) هالوژن مایع جدول دوره‌ای، همان برم ($_{۳۵}Br$) است که در دورهٔ چهارم قرار دارد. فلز قلیایی دورهٔ چهارم، پتاسیم ($_{۱۹}K$) است. در آرایش الکترونی این اتم، ۷ الکترون با $l=۰$ (زیرلایه‌های s) و ۱۲ الکترون با $l=۱$ (زیرلایه‌های p) وجود دارد:

$$_{۱۹}K: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۴s^۱$$

تفاوت شمار الکترون‌های با $l=۰$ و $l=۱$ $= ۱۲ - ۷ = ۵$

۴) آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور MX از MgO کم‌تر است، زیرا مجموع قدرمطلق بار یون‌ها در آن کم‌تر است:

$MX \Rightarrow M^+, X^-$ ⇒ مجموع قدرمطلق بار یون‌ها $= ۱+۱ = ۲$

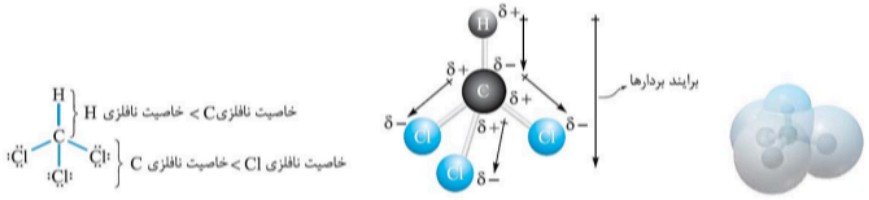
$MgO \Rightarrow Mg^{۲+}, O^{۲-}$ ⇒ مجموع قدرمطلق بار یون‌ها $= ۲+۲ = ۴$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵۴ عبارت‌های دوم و سوم درست هستند.

بررسی سایر موارد:

- در رابطه با این عبارت، مثال‌های رد کنندهٔ زیادی از جمله کربونیل سولفید، هیدروژن سیانید و دی‌نیتروژن مونوکسید وجود دارد. مولکول‌های گفته‌شده، ساختار خطی دارند درحالی‌که همگی قطبی هستند.
- فرمول مولکولی کلروفرم به‌صورت $CHCl_۳$ است. تصاویر زیر ساختار لوویس، بردار بارهای الکتریکی و نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول کلروفرم را نشان می‌دهند:



همان‌طور که مشخص است، این ماده از ذرات قطبی ساخته‌شده است. این در حالی است که کربن تتراکلرید ($CCl_۴$)، از ذرات ناقطبی ساخته شده است.

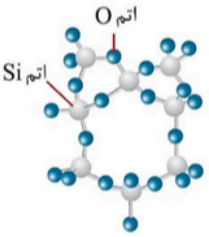
- گوگرد تری‌اکسید و آمونیاک، مولکول‌های چهار اتمی بوده و به‌ترتیب، در دسته مواد ناقطبی و قطبی قرار می‌گیرند.
- در برخی از مولکول‌های سه‌اتمی خمیده مثل گوگرد دی‌اکسید، اتم مرکزی بار جزئی مثبت دارد. در برخی از مولکول‌های سه‌اتمی خمیده مثل هیدروژن سولفید نیز اتم مرکزی بار جزئی منفی دارد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۵ 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.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

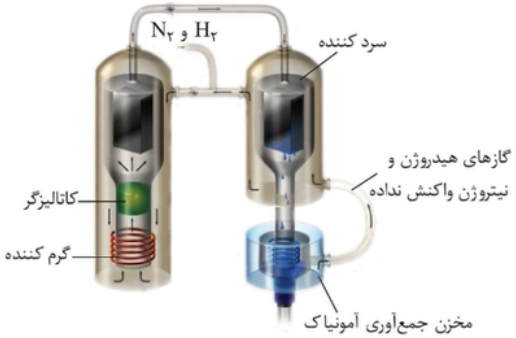
۲۵۶

در تعادل $HF(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + H^+(aq)$، پس از انحلال مقداری سود(سدیم هیدروکسید) در محلول، این ماده مقداری از یون‌های هیدروژن حاصل از یونش هیدروفلوئوریک اسید را خنثی می‌کند. یون هیدروژن، فراورده‌ی تعادل مورد نظر بوده و با کاهش غلظت آن در محلول اسیدی اولیه، تعادل در جهت تولید مقدار بیشتر یون هیدروژن در محلول(در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود. با جابه‌جایی تعادل به سمت رفت، غلظت مولی یون F^- در محلول افزایش یافته و غلظت مولکول‌های اسید یونیده نشده نیز در محلول کاهش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ چون در تعادل $2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$، شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله با هم برابر است، تغییر حجم ظرف واکنش هیچ تاثیری بر جابه‌جایی این تعادل شیمیایی نخواهد داشت. هرچند که با افزایش حجم ظرف واکنش این تعادل جابه‌جا نمی‌شود، اما با توجه به ثابت ماندن مقدار مول این گازها و افزایش حجم ظرف واکنش، غلظت همه این گازها در تعادل جدید در مقایسه با تعادل اولیه کمتر خواهد بود.

۳ نقطهٔ جوش گازهای H_2 و N_2 از نقطهٔ جوش آمونیاک بسیار پایین‌تر است، بنابراین با تنظیم دمای سردکننده در دمایی کمی پایین‌تر از دمای جوش آمونیاک می‌توان این گاز را به حالت مایع تبدیل کرده و از مخلوط گازی جدا نمود. تصویر زیر، نمایی از دستگاه استفاده شده برای تولید آمونیاک بر اساس فرایند هابر را نشان می‌دهد:



در این دستگاه، گازهای هیدروژن و نیتروژن از ورودی بالای ظرف به درون دستگاه تزریق شده و پس از افزایش دما، در مجاورت کاتالیزگر با یکدیگر واکنش می‌دهند و مخلوطی از گازهای آمونیاک، هیدروژن و نیتروژن را ایجاد می‌کنند. مخلوط گازی حاصل به سمت سردکننده حرکت می‌کند و پس از کاهش دمای آن تا پایین‌تر از نقطه جوش آمونیاک، مولکول‌های NH_3 به حالت مایع درآمده و از مخلوط خارج می‌شوند. در این شرایط، گازهای هیدروژن و نیتروژن واکنش‌نداده، مجدداً به سمت گرم‌کننده حرکت می‌کنند تا از آن‌ها برای تولید آمونیاک بیشتر استفاده شود.

۴ معادله واکنش انجام شده طی فرایند هابر به صورت زیر است:

$$3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + Q$$

این واکنش، گرماده بوده و با افزایش دما، در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت ثابت تعادل این واکنش در دمای ۳۰۰ کلوین(معادل با دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد)، بیشتر از ثابت تعادل آن در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد(شرایط بهینه برای انجام فرایند هابر) است. در واقع، آقای فریتس هابر واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن را بارها و بارها در شرایط گوناگون انجام داد تا سرانجام موفق به یافتن شرایط بهینه انجام‌شدن این واکنش شد. واکنش انجام‌شده توسط هابر به صورت زیر است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{۲۰۰\ atm\ و\ ۴۵۰^\circ C\ و\ Fe(s)} Q + 2NH_3(g)$$

همانطور که مشخص است، شرایط بهینه برای انجام شدن این فرایند، شامل دمای ۴۵۰°C(معادل با ۷۲۳ کلوین)، فشار $200 atm$ و فلز آهن به عنوان کاتالیزگر مناسب می‌شود. در چنین شرایطی، ۲۸ درصد مولی از مخلوط واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

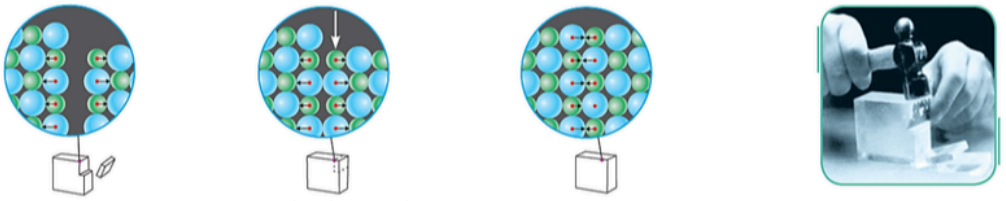
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

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

بررسی سایر 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.

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 دستهٔ 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 درجهٔ سانتی‌گراد) با یکدیگر واکنش داده و مقدار قابل توجهی از گاز آمونیاک حاصل می‌شود. معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2NH_3(g)$$

در مولکول‌هایی مانند H_2 و N_2 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.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

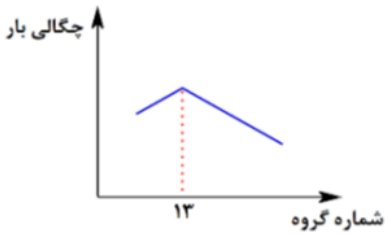
۲۵۸ دو عنصر اول گروه ۱۴ جدول دوره‌ای، به‌ترتیب معادل با کربن و سیلیسیم هستند؛ به‌طوری که شعاع اتمی سیلیسیم بیشتر از کربن است. اکسید سیلیسیم، سیلیسیم دی‌اکسید بوده و سیلیس نام دارد؛ درحالی که اکسیدهای کربن می‌توانند کربن دی‌اکسید یا کربن مونوکسید باشند. سیلیس با فرمول شیمیایی SiO_2، جامدی کووالانسی بوده و نسبت به مواد مولکولی مانند CO_2 و CO، استحکام بسیار بالاتری دارد. در ساختار این ماده، همه اتم‌ها توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) به طور کلی، همه موادی که در دمای اتاق به حالت گاز یا مایع باشند، جزو مواد مولکولی دسته‌بندی می‌شوند. البته فلز جیوه در دمای اتاق، به حالت مایع بوده و جزو مواد فلزی است. مواد کووالانسی مانند سیلیس، الماس، گرافیت، سیلیسیم کربید و سیلیسیم، همگی از جمله مواد دیرگداز بوده و در دمای اتاق به حالت جامد هستند.

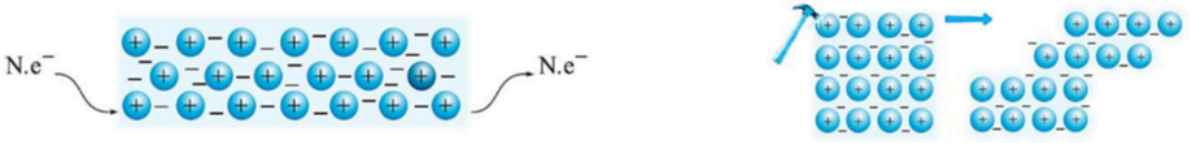
۲) در ساختار برخی از ترکیب‌های یونی چندتایی مانند آمونیوم نیترات، هیچ اتم فلزی یافت نمی‌شود. آمونیوم نیترات، می‌تواند در آب حل شود و با تشکیل یون‌های آبپوشیده NH_4^+ و NO_3^-، رسانای جریان الکتریکی باشد. همانطورکه می‌دانیم به فلزها و گرافیت، رسانای الکترونی و به ترکیب‌های یونی محلول در آب، رسانای یونی گفته می‌شود.

۴) از میان عناصر دوره سوم جدول دوره‌ای، امکان تشکیل یون‌های Na^+، Mg^{2+}، Al^{3+}، P^{3-} و S^{2-}، Cl^- وجود دارد. چگالی بار یک یون با مقدار بار یون رابطه مستقیم و با شعاع یون، رابطه عکس دارد. چگالی بار در کاتیون‌های موجود در دوره سوم جدول تناوبی، از چپ به راست افزایش می‌یابد و چگالی بار آنیون‌ها نیز از چپ به راست، کاهش می‌یابد. بیشترین چگالی بار در دوره سوم جدول تناوبی، مربوط به یون آلومینیم(Al^{3+}) است؛ زیرا این یون بار بیشتر و شعاع کمتری نسبت به سایر یون‌ها دارد. نمودار روبه‌رو، مقایسه کلی چگالی بار یون‌های حاصل از عناصر تناوب سوم را بر حسب شماره گروه آن‌ها نمایش می‌دهد:



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵۹ دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند. بر اساس مدل دریای الکترونی، رفتارهای شیمیایی فلز توجیه نمی‌شود. داشتن جلا، رسانایی الکتریکی و گرمایی، شکل‌پذیری و ... از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها بوده درحالی‌که واکنش‌پذیری(خصلت فلزی)، تنوع اعداد اکسایش و ... جزو رفتارهای شیمیایی فلزها است. تصویر زیر، نمایی از توجیه دو ویژگی چکش‌خواری و رسانایی بر اساس مدل دریای الکترونی را نشان می‌دهد:



آرایش الکترونی فلز نیکل به صورت زیر است:

$_{28}Ni : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

همانطور که مشخص است، در هر اتم از این عنصر فلزی ۱۰ الکترون ظرفیتی وجود دارد.

بر اساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها، آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها، سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم(الکترون‌های ظرفیتی)، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند. بر اساس مدل دریای الکترونی، برخی از رفتارهای فیزیکی فلز(مثل چکش‌خواری، رسانایی الکتریکی و ...) توجیه می‌شود. دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند. شمار الکترون‌های موجود در دریای الکترونی، بیانگر الکترون‌های ظرفیت فلز است.

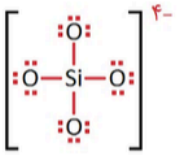
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۶۰ عبارت‌های (آ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

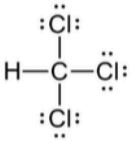
آ: فرمول شیمیایی یون سیلیکات به صورت SiO_4^{4-} بوده و عدد اکسایش اتم مرکزی در آن یعنی اتم سیلیسیم برابر با ۴+ است. ساختار یون سیلیکات به صورت زیر است:



یخ خشک نیز همان $CO_2(s)$ بوده و عدد اکسایش اتم مرکزی در آن یعنی اتم کربن برابر با ۴+ است.

ب: در فرآیند تولید برق از نور خورشید، آیینه‌ها نور را بر روی برجی متمرکز می‌کنند که در آن شاره یونی مانند $NaCl$ مذاب وجود دارد. شاره یونی، نقطه ذوب بالایی دارد و می‌تواند در گستره دمایی بزرگی به حالت مذاب باقی بماند. توجه داریم که آب، شاره‌ای مولکولی بوده و نقطه ذوب و جوش آن در مقایسه با سدیم کلرید بسیار کمتر است.

پ: فرمول مولکولی کلروفرم به صورت $CHCl_3$ بوده و ساختار لوویس این مولکول قطبی به صورت زیر است:



در هر مولکول از کلروفرم، ۴ جفت الکترون پیوندی و ۹ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؛ در نتیجه مقدار نسبت خواسته شده برابر با ۲/۲۵ است.

ت: چگالی تیتانیم، کمتر از فولاد است ولی نقطه ذوب تیتانیم بیشتر از فولاد است. از مخلوط دو فلز تیتانیم و نیکل، آلیاژی هوشمند به نام نیتینول تولید می‌شود که در ساخت قاب عینک، استنت و سازه فلزی در ارتودنسی کاربرد دارد.

در جدول زیر برخی از ویژگی‌های تیتانیم و فولاد زنگ‌نزن مقایسه شده 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

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۱ با توجه به آرایش الکترونی اتم عناصر موجود در جدول، عناصر A، B، C و D به ترتیب معادل با منیزیم(Mg)، آلومینیم(Al)، کلر(Cl) و برم(Br) هستند. یون پایدار حاصل از فلز آلومینیم معادل با Al^{3+} بوده و یون پایدار حاصل از عنصر برم نیز برمید نام داشته و معادل با Br^- است. ترکیب یونی حاصل از واکنش آلومینیم با برم، آلومینیم برمید نام دارد و فرمول شیمیایی آن به صورت $AlBr_3$ است. می‌دانیم که ترکیب‌های یونی، در حالت مذاب و محلول رسانای جریان الکتریکی هستند. از میان یون‌های داده شده، Al^{3+} کمترین شعاع و Br^-، بیشترین شعاع را دارد؛ لذا اختلاف شعاع میان این دو جفت یون، بیشتر از جفت یون‌های دیگر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

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

$$\text{شمار مول‌های الکترون مبادله شده} = (\text{بار کاتیون} \times \text{زیروند کاتیون}) = (\text{قدرمطلق بار آنیون} \times \text{زیروند آنیون})$$

به ازای تشکیل هر مول $AlBr_3$، مقدار ۳ مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله می‌شود؛ درنتیجه به ازای تشکیل ۰/۵ مول از آن، ۱/۵ مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله شده است. توجه داریم که طبق فرض کتاب درسی و کنکور سال‌های اخیر، ترکیب بین یک فلز و یک نافلز مثل آلومینیم کلرید، آلومینیم برمید و ...، همواره یونی در نظر گرفته می‌شود.

۳ هرچه چگالی بار آنیون و کاتیون سازنده یک ترکیب یونی بیشتر باشد، این یون‌ها با قدرت بیشتری یکدیگر را جذب کرده و مقدار آنتالپی فروپاشی شبکه حاصل از واکنش آن‌ها بیشتر است. از میان دو کاتیون Al^{3+} و Mg^{2+}، چگالی بار Al^{3+} بیشتر است؛ چون بار آن بیشتر و شعاع آن کمتر است. از میان دو آنیون Cl^- و Br^- نیز چگالی بار Cl^- بیشتر است؛ چون شعاع کمتری دارد. بر این اساس از بین ترکیب‌های یونی ایجاد شده، آلومینیم کلرید($AlCl_3$) بیشترین مقدار آنتالپی فروپاشی شبکه را دارد.

۴ عنصری که با آلومینیم هم‌گروه و با ژرمانیم هم‌دوره باشد، در گروه ۱۳ و دوره چهارم جدول تناوبی جای دارد و معادل با گالیم است. آرایش الکترونی یون گالیم با نماد $_{31}Ga^{3+}$، به صورت زیر است:

$$_{31}Ga^{3+}: [Ar]3d^{10}$$

آرایش الکترونی یون $_{31}Ga^{3+}$ به آرایش الکترونی هیچ گاز نجیبی نمی‌رسد.

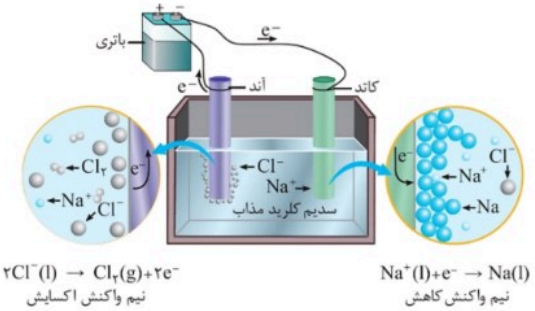
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۲ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: به طور کلی هرچه مقدار بار یون بیشتر و شعاع آن یون کمتر باشد، چگالی بار یون مورد نظر بیشتر است. میان دو یون Na^+ و Cl^-، شعاع یون Na^+ کمتر بوده و چگالی بار آن بیشتر است. در فرآیند برقکافت سدیم کلرید مذاب، یون Na^+ به سمت کاتد سلول حرکت می‌کند تا در آنجا کاهش یابد. سلول الکترولیتی برقکافت سدیم کلرید مذاب را در شکل زیر مشاهده می‌کنید:

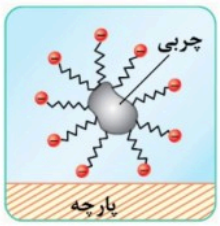


ب: در ترکیب‌های یونی، هر کاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است. به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلوری این ترکیب‌ها، عدد کوئوردیناسیون گفته می‌شود. نسبت عدد کوئوردیناسیون آنیون به کاتیون در یک ترکیب یونی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}} = \frac{\text{زیروند کاتیون}}{\text{زیروند آنیون}}$$

با توجه به توضیحات داده شده، نسبت عدد کوئوردیناسیون آنیون به کاتیون در $MgCl_2$ برابر با ۰/۵ بوده و نسبت شمار آنیون به کاتیون در بلور آن برابر با ۲ است. بر این اساس، مقدار نسبت خواسته شده در سوال برابر با ۰/۲۵ می‌شود.

پ: در مولکول HF، خصلت نافلزی اتم F بیشتر از اتم H است؛ در نتیجه بار جزئی اتم فلوئور منفی بوده و به آن $\delta -$ نسبت می‌دهند. سطح بیرونی لکه چربی نیز در مخلوط آب و صابون، حاوی بار الکتریکی منفی است. در شکل مقابل لکه چربی جدا شده از روی پارچه را در مخلوط آب و صابون مشاهده می‌کنید:



ت: در ساختار یک مولکول، اتمی با خاصیت نافلزی بیشتر، بار جزئی منفی پیدا خواهد کرد. در مولکول آب(H_2O)، خصلت نافلزی اتم مرکزی یعنی اتم O بیشتر بوده و در نتیجه این اتم دارای $\delta -$ است. در مولکول آمونیاک(NH_3) نیز خصلت نافلزی اتم مرکزی یعنی اتم N بیشتر است و این اتم، دارای $\delta -$ خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۳ بر اساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها، سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم یعنی الکترون‌های ظرفیتی، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند. بر این اساس می‌توان نوشت:

$$۲\ mol\ D = ۳۶/۱۲ \times ۱۰^{۲۳}\ e\ \text{ظرفیتی} \times \frac{۱\ mol\ e\ \text{ظرفیتی}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ e\ \text{ظرفیتی}} \times \frac{۱\ mol\ D}{x\ mol\ e\ \text{ظرفیتی}} \Rightarrow x = ۳$$

در هر اتم از فلز D، سه الکترون ظرفیتی موجود است. فلزی که تعداد الکترون‌های ظرفیتی در اتم آن برابر با ۳ است، می‌تواند در گروه ۳ یا ۱۳ جدول تناوبی قرار بگیرد. این فلز یکی از سه عنصر اسکاندیم، آلومینیم و گالیم بوده و کاتیون آن می‌تواند به صورت هریک از یون‌های $Sc^{۳+}$، $Al^{۳+}$ و $Ga^{۳+}$ باشد. برای نامگذاری هیچ کدام از این یون‌ها، نیازی به نوشتن عدد رومی نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فلز D تنها قادر است با تبدیل شدن به یون $D^{۳+}$ در ساختار ترکیب‌های یونی شرکت داشته باشد. این عنصر فلزی قطعا توانایی تشکیل کاتیون‌هایی با بار ۲+ و ۱+ را ندارد.

۳) برای تهیه اغلب فلزها از جمله آلومینیم به صورت خالص، نمک‌های مذاب آن‌ها را در سلول‌های الکترولیتی برقکافت می‌کنند، زیرا اگر آب در برقکافت الکترولیت موجود باشد، در رقابت‌های آندی و کاتدی شرکت می‌کند و اجازه اکسایش و کاهش یافتن را به یون‌های موجود در الکترولیت نمی‌دهد.

۴) نسبت مقدار بار به شعاع در $D^{۳+}$ برابر است با:

$$\frac{\text{مقدار بار یون}}{\text{شعاع یون}} = \frac{۳}{۷۶} \simeq ۳/۹۴ \times ۱۰^{-۲}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، مقدار نسبت خواسته شده به‌تقریب برابر با $۳/۹۴ \times ۱۰^{-۲}$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۴ مس، جامدی فلزی است و واحد سازنده آن بر اساس مدل دریای الکترونی، کاتیون‌های فلزی شناور در الکترون‌های ظرفیتی خواهد بود. شکل داده شده در سوال برای جامدهای فلزی به درستی آورده شده است. توجه داریم که سیلیسیم خالص، جامدی کووالانسی بوده و واحد سازنده آن، اتم‌های سیلیسیم است. در جدول زیر، واحد سازنده هر ۴ نوع جامد کووالانسی، یونی، مولکولی و فلزی آورده شده است:

مواد	واحد سازنده
مولکولی	مولکول‌ها
یونی	یون‌ها
فلزی	کاتیون‌های فلزی شناور در الکترون‌های ظرفیتی
کووالانسی	اتم‌ها

بررسی سایر گزینه‌ها:

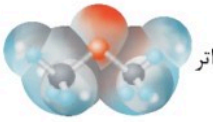
۱) سیلیسیم کربید(SiC)، جامدی کووالانسی بوده و دارای پیوندهای اشتراکی $Si-C$ در ساختار خود است. سیلیسیم کربید، ساینده‌ای ارزان قیمت بوده و در تهیه سنباده از آن استفاده می‌شود.

۲) گرافیت، دگرشکل پایدارتر کربن بوده و با اینکه جامدی کووالانسی است، ولی نرم بوده و به راحتی رد آن بر روی کاغذ باقی می‌ماند. در بین لایه‌های گرافیت، نیروی بین ذره‌ای واندروالسی وجود دارد و با نوشتن بر روی کاغذ توسط گرافیت، این نیروها شکسته می‌شوند.

در جدول زیر نیز، برخی از ویژگی‌های گرافیت و الماس نشان داده شده است:

آلوتروپ‌های طبیعی کربن			
گرافیت		الماس	
سطحی تیره دارد، نرم و شکننده بوده و در طبیعت یافت می‌شود.	یک ماده دیرگداز با نقطهٔ ذوب بالا است.	درخشان، شکننده و سخت بوده و در طبیعت یافت می‌شود.	یک ماده دیرگداز با نقطهٔ ذوب بسیار بالا است.
به عنوان آند و کاتد در سلول‌های الکترولیتی و در تولید مغز مداد کاربرد دارد و در گذشته به سرب مداد معروف بوده است.	ساختاری لایه‌ای داشته که در هرلایه، اتم‌های کربن با ۴ پیوند کووالانسی به ۳ اتم کربن دیگر (دو پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه) متصل است.	از الماس نامرغوب در ساخت مته و ابزار برش و از الماس درخشان نیز برای ساخت زیورآلات استفاده می‌شود.	ساختاری غول‌آسا و یکپارچه سه‌بعدی داشته و در آن، هر اتم کربن با ۴ پیوند کووالانسی یگانه به ۴ اتم کربن دیگر متصل است.
هرلایه از آن رسانای جریان برق(رسانای الکترونی) است.	هر لایه از آن دارای حلقه‌های ۶ ضلعی کربنی متصل به هم است.	رسانای جریان برق نیست ولی رسانایی گرمایی بالایی دارد	در هر قطعه الماس با n اتم، $2n$ پیوند اشتراکی موجود است.
گرافیت، پایدارتر از الماس است ⟸ سطح انرژی الماس از گرافیت بیشتر بوده و در واکنش سوختن، گرمای بیشتری نسبت به گرافیت آزاد می‌کند.			

۳) دی‌متیل اتر با فرمول شیمیایی CH_3-O-CH_3، ساده‌ترین عضو خانواده اترها بوده و مولکولی قطبی است. گروه عاملی موجود در این مولکول، گروه اتری است. گروه عاملی ایجاد کننده طعم و بو در رازیانه نیز گروه اتری است. در تصویر زیر نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی دی‌متیل اتر را مشاهده می‌کنید:


دی‌متیل اتر

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۵ پتاسیم برمید با فرمول شیمیایی KBr، یک ترکیب یونی دوتایی بوده و در فرآیندی گرماگیر می‌توان آن را به یون‌های گازی سازنده تبدیل کرد. واکنش فروپاشی شبکه بلور KBr به صورت زیر است:

$$KBr(s) + ۶۹۰\ kJ \rightarrow K^+(g) + Br^-(g)$$

انرژی لازم برای تبدیل یک مول جامد یونی به یون‌های گازی سازنده آن در فشار ثابت، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور ترکیب یونی را نشان می‌دهد. در این فرآیند، به شبکه بلور انرژی داده می‌شود؛ درنتیجه واکنشی گرماگیر ($\Delta H > ۰$) است و سطح انرژی فراورده‌ها(یون‌های گازی)، بیشتر از واکنش‌دهنده(جامد یونی) بوده و پایداری آن، کمتر از واکنش‌دهنده است. برای مثال، واکنش مربوط به فروپاشی شبکه بلور سدیم کلرید به صورت زیر است:

$$NaCl(s) + ۷۸۷\ kJ \rightarrow Na^+(g) + Cl^-(g)$$

در این واکنش، یون‌های گازی، انرژی بیشتری(پایداری کمتری) نسبت به جامد یونی دارند و علت آن به گرماگیر بودن واکنش ارتباط دارد.

ابتدا مقدار گرمای داده شده به شبکه بلور KBr را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ kJ\ \text{گرما} = ۰/۵\ mol\ KBr \times \frac{۶۹۰\ kJ\ \text{گرما}}{۱\ mol\ KBr} = ۳۴۵\ kJ$$

آنتالپی سوختن یک ماده، معادل با مقدار گرمای آزاد شده از سوختن کامل یک مول ماده سوختنی در دمای اتاق است. مقدار Q در واکنش زیر، بیانگر مقدار آنتالپی سوختن اتانول است:

$$C_۲H_۵OH(l) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲CO_۲(g) + ۳H_۲O(l) + Q$$

اگر مقدار آنتالپی سوختن اتانول را x کیلوژول بر مول در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$۳۴۵\ kJ\ \text{گرما} = ۱۱/۵\ g\ C_۲H_۵OH \times \frac{۱\ mol\ C_۲H_۵OH}{۴۶\ g\ C_۲H_۵OH} \times \frac{x\ kJ\ \text{گرما}}{۱\ mol\ C_۲H_۵OH} \Rightarrow x = ۱۳۸۰\ kJ$$

با توجه به اینکه واکنش سوختن، واکنشی گرماده است؛ درنتیجه آنتالپی واکنش سوختن اتانول برابر با $-۱۳۸۰\ kJ.mol^{-۱}$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۶ عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) نادرست هستند.

بررسی موارد:

آ: در نمونه‌ای از الماس با n اتم کربن، $۲n$ پیوند اشتراکی بین اتم‌های کربن یافت می‌شود؛ پس اگر در نمونه‌ای از الماس ۱۰۰ اتم کربن وجود داشته باشد، مجموعا ۲۰۰ پیوند اشتراکی یگانه بین اتم‌های کربن موجود است. ساختار بلوری الماس به صورت زیر است:

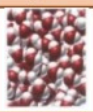
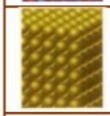


ب: عنصری که اتم‌های آن به صورت یکی در میان در رأس حلقه‌های چندضلعی موجود در بلور سیلیس وجود دارد، سیلیسیم بوده که عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی هم به حساب می‌آید. در ساختار سیلیس، هیچ الکترون ناپیوندی روی اتم‌های سیلیسیم قرار نگرفته است. سیلیسیم را می‌توان از طریق واکنش زیر به صورت مذاب تولید کرد:

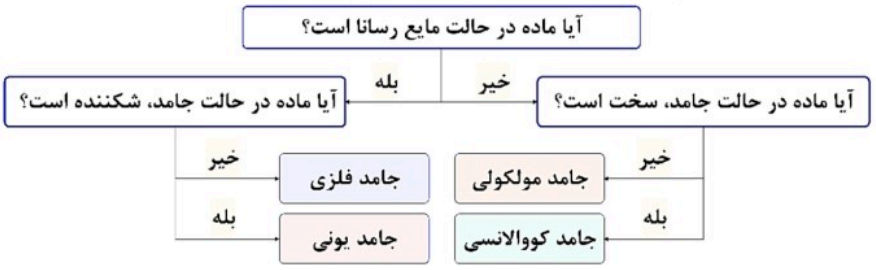
$$SiO_۲(s) + ۲C(s) \xrightarrow{\Delta} Si(l) + ۲CO(g)$$

پ: اتانول و استون، دو ماده مولکولی مایع در دمای اتاق هستند و به هرنسبتی در آب حل می‌شوند. رفتار شیمیایی مواد مولکولی به طور عمده به جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی مولکول آن‌ها وابسته است اما رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها وابسته است. نقطه جوش، آنتالپی تبخیر و ...، جزو رفتار فیزیکی مولکول بوده و به تعداد جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی مولکول وابسته نیست.

ت: جامدهای کووالانسی، موادی سخت و دیرگداز هستند و در حالت مذاب، رسانای جریان الکتریکی نیستند. ذرات سازنده این مواد، نمی‌توانند اتم فلزی باشند درحالی که در دسته d، فقط عناصر فلزی وجود دارند. در جدول زیر برخی از ویژگی‌های جامدهای مختلف بررسی شده است:

انواع جامدها	نوع پیوندها	مثال	الگو
مولکولی	اشتراکی	$CO_۲$, $C_{۱۰}H_{۲۲}$	
یونی	همیشه یونی + گاهی اشتراکی(در یون‌های چند اتمی)	MgO , $CaCO_۳$	
فلزی	فلزی	لیتیم، سدیم، تیتانیم و اورانیم	
کووالانسی	اشتراکی	سیلیس، گرافیت، الماس، سیلیسیم کربید، سیلیسیم	-
مقایسه تنوع مواد: مواد کووالانسی > مواد فلزی > مواد یونی > مواد مولکولی			
مقایسه روند کلی نقطه ذوب: مواد مولکولی > مواد فلزی > مواد یونی > مواد کووالانسی			

در نمودار زیر نیز انواع جامدها را از دیدگاه رسانایی در حالت مذاب، سختی و شکنندگی مقایسه کرده‌ایم:



(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۷ پس از دوره سنگی، در دوره برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند و این خود نشان از جایگاه برجسته فلزها در تمدن بشری دارد. توجه داریم که فلزها در هر چهار دسته s، p، d و f جدول دوره‌ای حضور دارند اما رفتار فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مواد اولیه برای ساخت آثار گذشتگان، باید ویژگی‌های متنوعی از جمله فراوانی در دسترس، واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری زیادی داشته باشند که بتوانند در طبیعت حفظ شوند و تاکنون شاهد آثار ساخته شده از آن‌ها باشیم.

۲) سرخ‌فام بوده خاک رس به دلیل وجود مقداری از Fe_2O_3 قرمز رنگ در آن است. توجه داریم که Fe_2O_3، یکی از واکنش‌دهنده‌های فرآیند ترمیت به‌حساب می‌آید. معادله واکنش ترمیت به صورت زیر است:

$$Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow 2Fe(l) + Al_2O_3(s)$$

۴) سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگدانه نام دارد. برای نمونه TiO_2، یک رنگدانه معدنی بوده و به رنگ سفید دیده می‌شود. در گذشته، انسان این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کرد، اما امروزه رنگدانه‌ها به صورت صنعتی تولید می‌شوند. توجه داریم، ماده‌ای که به رنگ سفید دیده می‌شود، همه طول موج‌های ناحیه مرئی را بازتاب می‌دهد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۸ اگر فرض کنیم که ۵ اتم در آلیاژ وجود داشته باشد، ۳ اتم از آن را A و ۲ اتم از آن را B تشکیل می‌دهد. با توجه به اینکه درصد جرمی فلز A در آلیاژ برابر با ۴۸ درصد بوده و عدد جرمی، معادل با جرم مولی است، می‌توان نوشت:

$$\text{درصد جرمی } A = \frac{\text{جرم اتم‌های } A}{\text{جرم کل آلیاژ}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم اتم‌های } A}{\text{جرم اتم‌های } A + \text{جرم اتم‌های } B} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۴۸ = \frac{۳ \times ۴۰}{(۲ \times x) + (۳ \times ۴۰)} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۶۵$$

عدد جرمی اتم B برابر با ۶۵ است. طبق فرض سوال، اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در هر اتم از عنصر B، برابر با ۵ واحد است. اکنون می‌توان عدد اتمی فلز B را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{عدد اتمی} = \frac{\text{عدد جرمی} - \left(\text{اختلاف شمار نوترون و پروتون}\right)}{۲} \Rightarrow \text{عدد اتمی} = \frac{۶۵ - ۵}{۲} = ۳۰$$

با توجه به اینکه عدد اتمی عنصر B برابر با ۳۰ است، فلز B معادل با روی بوده و با نماد شیمیایی $^{65}_{30}Zn$ نمایش داده می‌شود. فلز روی در ترکیب‌های یونی خود به صورت یون Zn^{2+} شرکت می‌کند. روی نیترات، ترکیب یونی چندتایی بوده و فرمول شیمیایی آن به صورت $Zn(NO_3)_2$ است. درصد جرمی Zn^{2+} در این ترکیب برابر است با:

$$\text{درصد جرمی کاتیون} = \frac{\text{جرم کاتیون}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد جرمی کاتیون} = \frac{۶۵}{۱۸۹} \times ۱۰۰ \simeq ۳۴/۴ \text{ درصد}$$

با توجه به محاسبات بالا، درصد جرمی کاتیون در $Zn(NO_3)_2$ به‌تقریب برابر با ۳۴/۴٪ است.

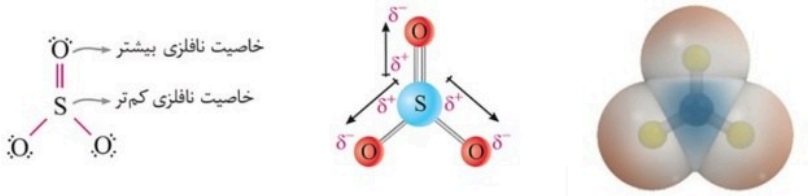
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

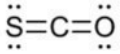
۲۶۹ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

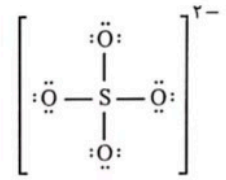
آ: گوگرد تری‌اکسید(SO_3)، مولکولی ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند. در این مولکول، خصلت نافلزی اتم‌های اکسیژن، بیشتر از گوگرد است؛ در نتیجه به اتم‌های اکسیژن بار جزئی منفی($-\delta$) و به اتم گوگرد(اتم مرکزی) بار جزئی مثبت($+\delta$) نسبت داده می‌شود. می‌دانیم که در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی، اتمی با بار جزئی مثبت را با رنگ آبی نمایش می‌دهند. بر این اساس، رنگ اتم مرکزی مولکول SO_3 یعنی اتم S، در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی آبی است. در شکل زیر، ساختار لوویس، مدل گلوله و میله و نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول SO_3 را مشاهده می‌کنید:



ب: کربونیل سولفید با فرمول مولکولی SCO، مولکولی قطبی بوده و ساختاری خطی دارد. شکل مقابل ساختار لوویس، کربونیل سولفید را نمایش می‌دهد. در مولکول‌های سه‌اتمی با شکل هندسی خطی، هسته هر سه اتم بر روی یک خط راست قرار می‌گیرد.

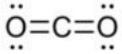


پ: با انحلال گوگرد تری‌اکسید در آب، سولفوریک اسید تولید می‌شود. در طی فرآیند یونش این اسید، یون چنداتمی سولفات با نماد SO_4^{2-} حاصل می‌شود. ساختار لوویس یون سولفات به صورت زیر است:



در هر یون از سولفات، ۴ جفت الکترون پیوندی(پیوند اشتراکی) و ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ت: در تصویر مقابل، ساختار لوویس مولکول کربن دی‌اکسید را مشاهده می‌کنید:



در هر مول از کربونیل سولفید، یک مول پیوند $C=O$ و یک مول پیوند $C=S$ وجود دارد. در هر مول از کربن دی‌اکسید نیز، ۲ مول پیوند $C=O$ موجود است. مقدار آنتالپی پیوند $C=O$ به دلیل شعاع کمتر اتم اکسیژن، بیشتر از مقدار آنتالپی پیوند $C=S$ است؛ در نتیجه مقدار انرژی لازم برای تبدیل هر مول CO_2 گازی به اتم‌های گازی سازنده، بیشتر از این مقدار انرژی برای هر مول SCO است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۰ مولکول‌های H_2O و SO_2 و SCO و $CHCl_3$ قطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. مولکول‌های H_2O و SO_2 نیز ساختار خمیده دارند.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۱

$$\left.\begin{aligned} &۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}\,O^{۲-}\times\frac{۱\,mol\,O^{۲-}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,O^{۲-}}\times\frac{۱\,mol\,MgO}{۱\,mol\,O^{۲-}}\times\frac{۳۷۹۸\,kJ}{۱\,mol\,MgO}=۱۸۹۹\,kJ\\ &۳۸\,g\,F^-\times\frac{۱\,mol\,F^-}{۱۹\,g\,F^-}\times\frac{۱\,mol\,NaF}{۱\,mol\,F^-}\times\frac{۹۲۶\,kJ}{۱\,mol\,NaF}=۱۸۵۲\,kJ\end{aligned}\right\}\Rightarrow\frac{۱۸۹۹}{۱۸۵۲}\simeq۱$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۷۲ برای یافتن مقدار آلومینیم فرض می‌کنیم ۱۰۰g از نمونه را در اختیار داریم:

$$\%Al = \frac{۲۰}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = \%۲۰ \qquad ۳۷/۷۴\,g\,Al_۲O_۳ \times \frac{۵۴\,g\,Al}{۱۰۲\,g\,Al_۲O_۳} \simeq ۲۰\,g\,Al$$

برای یافتن مقدار سیلیسیم فرض می‌کنیم ۱۰۰g از نمونه در اختیار داریم که ۱۳/۳۲g آب از آن خارج شده است.

$$\%Si = \frac{۲۱/۵}{۸۶/۶} \times ۱۰۰ \simeq \%۲۵ \Rightarrow \frac{\%۲۵}{\%۲۰} = \boxed{\frac{۵}{۴}} \qquad ۴۶/۲۰\,g\,SiO_۲ \times \frac{۲۸\,g\,SiO_۲}{۶۰\,g\,SiO_۲} \simeq ۲۱/۵\,g\,Si$$

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۷۳ در ردیف (۲) اطلاعات مربوط به قطبی / ناقطبی بودن مولکول SCO نادرست ذکر شده است. از آن‌جایی که در SCO اتم‌های پیرامون اتم مرکزی (C) یکسان نیستند، در نتیجه SCO یک مولکول قطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۷۴ فرض می‌کنیم ۱۰۰ گرم از ماده مورد نظر داریم:

$$\left.\begin{array}{l} FC_۲O_۳ \text{ جرم} = ۰/۹۶\,g \\ H_۲O \text{ جرم} = ۱۳/۳۲\,g \end{array}\right\}$$

حال باید محاسبه کنیم که افزودن چند گرم $H_۲O$، سبب می‌شود که درصد جرمی آن به ۲۰٪ برسد:

$$۲۰ = \frac{۱۳/۳۲ + x}{۱۰۰ + x} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۸$$

بنابراین باید ۸ گرم رطوبت جذب کند (جرم $H_۲O$ افزایش یابد)، تا درصد جرمی آن ۲۰٪ شود.

حال درصد جرمی ثانویه $Fe_۲O_۳$ را محاسبه می‌کنیم:

$$Fe_۲O_۳ \text{ درصد جرمی} = \frac{Fe_۲O_۳ \text{ جرم موجود}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow MgO \text{ درصد جرمی} = \frac{۰/۹۶}{۱۰۰ + ۸} \times ۱۰۰ = ۰/۸۸\%$$

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۵

۱) درست: در فرآیند تولید برق به کمک پرتوهای خورشیدی، (NaCl) به عنوان سیال بدنی وظیفه ذخیره انرژی گرمایی و آب ($H_۲O$) به عنوان سیال مولکولی وظیفه به حرکت درآوردن توربین مولد جریان برق را برعهده دارد.

۲) درست: در میان یون‌های تک اتمی، با افزایش عدد اتمی شعاع یونی کاهش می‌یابد، برای نمونه خواهیم داشت:

$$_۷N^{۳-} >_۸ O^{۲-} >_۹ F^{-} >_{۱۱} Ne^{+} >_{۱۲} Mg^{۲+} >_{۱۳} Al^{۳+}$$ مقایسه شعاع یونی

۴) نادرست: به گرمای لازم در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از شبکه بلور و تبدیل به یون‌های گازی سازنده آن آنتالپی فروپاشی می‌گویند.

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

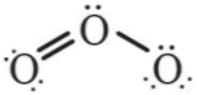
۲۷۶ تنها مورد (الف) صحیح می‌باشد.

الف درست: علی‌رغم این که در H_2O همانند CO_2، تراکم بار منفی بر روی هسته اتم اکسیژن بیشتر است، اما در CO_2 به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند و همچنین مولکول H_2O به دلیل شکل خمیده آن در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

ب نادرست: در مولکول SCO $(\ddot{S}=C=\ddot{O})$ هسته اتم‌ها بر روی یک خط راست قرار دارد، اما مولکول قطبی است.

ج نادرست: در مولکول کربن تتراکلرید (CCl_4)، خاصیت نافلزی Cl از C بیشتر است، در نتیجه بار جزئی اتم مرکزی (C)، مثبت می‌باشد. همچنین به دلیل توزیع متقارن بار، CCl_4 $(:\ddot{Cl}-\underset{:\ddot{Cl}:}{\overset{:\ddot{Cl}:}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-\ddot{Cl}:)$ این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

د نادرست: مولکول اوزون (O_3) از اتم‌های مشابه تشکیل شده است، اما به دلیل داشتن جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی، مولکولی قطبی است.



(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۷۷ بررسی نادرستی گزینه (۱): کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس (SiO_2) می‌باشد.

بررسی گزینه (۲): الماس و گرافیت هر دو جامدهای کووالانسی هستند، امّا در الماس هر اتم کربن به ۴ اتم کربن دیگر ولی در گرافیت هر اتم کربن به ۳ اتم کربن دیگر متّصل است.

بررسی نادرستی گزینه (۳): میانگین آنتالپی $Si-O$ در بلور سیلیس از $Si-Si$ در بلور سیلیسیم بیشتر است، از این‌رو Si ترجیح می‌دهد به جای پیوند با اتم‌های خود، با اتم‌های اکسیژن پیوند تشکیل دهند.

بررسی نادرستی گزینه (۴): در گرافیت که ساختار لایه‌ای دارد، علاوه بر وجود پیوندهای کووالانسی بین اتم‌ها، نیروهای جاذبه ضعیف واندروالسی بین لایه‌ها وجود دارد و به همین دلیل گرافین برخلاف الماس نرم بوده و لایه‌ها به راحتی می‌توانند روی هم بلغزند.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۷۸ بررسی نادرستی گزینه (۱): میانگین آنتالپی $Si-C$ از $C-C$ کمتر است و سختی الماس بیشتر است.

بررسی نادرستی گزینه (۲): در گرافیت هر اتم کربن (با ۲ پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه) به ۳ اتم کربن دیگر و در الماس هر اتم کربن (با ۴ پیوند یگانه) به ۴ اتم کربن دیگر متّصل است.

بررسی نادرستی گزینه (۴): در مولکول اوزون (O_3) همه اتم‌ها مشابه می‌باشند، امّا یک مولکول قطبی است. زیرا بر روی اتم مرکزی الکترون ناپیوندی وجود دارد.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۷۹ بررسی درستی گزینه (۱): در فرآیند تولید برق به کمک پرتوهای خورشیدی، $(NaCl)$ به عنوان سیال یونی وظیفه ذخیره انرژی گرمایی و آب (H_2O) به عنوان سیال مولکولی وظیفه به حرکت درآوردن توربین مولّد جریان برق را برعهده دارد.

بررسی درستی گزینه (۲): در میان یون‌های تک اتمی، با افزایش عدد اتمی شعاع یونی کاهش می‌یابد، برای نمونه خواهیم داشت:

مقایسه شعاع یونی: $_7N^{3-} >_8 O^{2-} >_9 F^- >_{11} Ne^+ >_{12} Mg^{2+} >_{13} Al^{3+}$

بررسی نادرستی گزینه (۴): به گرمای لازم در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از شبکه بلور و تبدیل به یون‌های گازی سازنده آن آنتالپی فروپاشی می‌گویند.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۰ فرمول صابون مایع با توجّه به توضیحات صورت سؤال $C_{17}H_{31}COONH_4$ است. مجموع غلظت مولی یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} را پیدا می‌کنیم.

$$M_{Mg^{2+}} = \frac{144}{1000 \times 24} = 6 \times 10^{-3} \quad \text{(غلظت مولی)}$$

$$\text{غلظت مولی مجموع یون‌ها} = 6 \times 10^{-3} + 4 \times 10^{-3} = 10^{-2} \frac{mol}{L}$$

درصد صابون مصرف شده را پیدا می‌کنیم:

$$\frac{891 \times \frac{X}{100}}{297 \times 2} = \frac{10^{-2} \times 100}{1}$$

$$\text{درصد صابون مصرف شده} = 66/7$$

$$\text{درصد صابونی که صرف چربی‌زدایی می‌شود} = 100 - 66/7 = 33/3$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۸۱ **بررسی موارد:**

ب) آنتالپی فروپاشی شبکه NaF از LiCl بیشتر است.

ت) ترتیب درست چگالی بار $Mg^{2+} > O^{2-} > Na^{+} > F^{-}$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۸۲ موارد (ب)، (پ)، (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ) هر مولکول خطّی الزاماً قطبی نیست، مثلاً SCO یا HCN.

ب) Si برخلاف SiO_2 در طبیعت به‌صورت خالص یافت نمی‌شود.

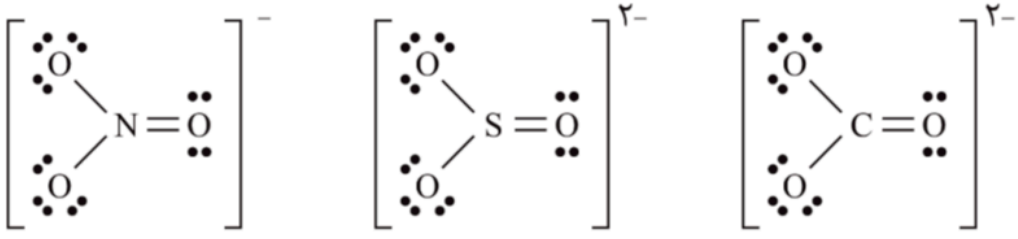
پ) دمای ذوب و جوش مس به ترتیب ۱۰۸۳ و ۲۵۰۰ درجه سلسیوس است که بیشترین اختلاف را دارد.

ت) کلروفرم، آمونیاک و کربونیل سولفید در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

ث) در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی کربن دی‌اکسید، اکسیژن‌ها قرمز و کربن آبی هستند.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۸۳ هر سه آنیون ناقطبی بوده و نسبت شمار جفت الکترون پیوندی به ناپیوندی در آنها برابر ۰/۵ است.

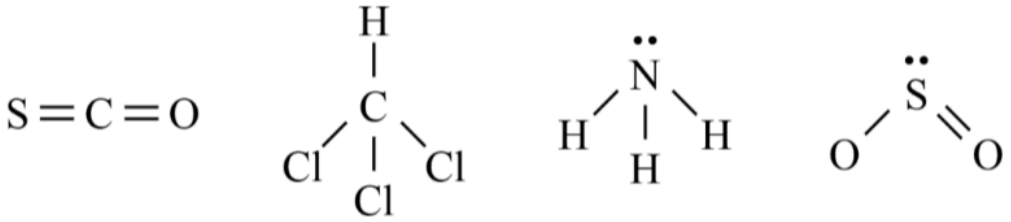


نیترات | سولفیت | کربنات

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۴



فقط SCO خطی است.

همگی قطبی هستند.

و در کل دارای ۱۴ پیوند اشتراکی هستند

و توجه کنید اتم مرکزی نیتروژن در آمونیاک قرمز می‌باشد. زیرا خصلت نافلزی بیشتری از هیدروژن دارد.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۸۵ عبارت‌های (ب) و (ت) درستند.

از نظر چگالی بار: $Ca^{2+} > Na^{+} > Cl^{-}$

اختلاف نقطه ذوب و جوش جامدهای یونی در مقایسه با جامدهای مولکولی، بیش‌تر است. بنابراین، جامدهای یونی در گستره دمایی بزرگ‌تری به حالت مایع هستند.

توضیح عبارت‌های نادرست

عبارت آ ذوب یا تبخیر جامد مولکولی، با از بین رفتن نیروهای بین مولکولی (نیروی وان‌درووالسی و در صورت وجود داشتن؛ پیوند هیدروژنی) همراه است. در حالی که برای ذوب یا تبخیر جامد کووالانسی، لازم است پیوندهای کووالانسی میان اتم‌های سازندهٔ آن از بین بروند.

عبارت پ شکل هندسی یون CO_3^{2-} با مولکول SO_3 یکسان است. (هر دو به شکل سه ضلعی مسطح هستند.)

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۸۶ عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) درستند.

عبارت آ چون بار کاتیون‌ها و نیز بار آنیون‌ها با هم یکسان است، ترکیبی که مجموع شمارهٔ دوره عنصرهای سازنده‌اش، کمتر باشد، انرژی شبکه بلور آن بیشتر است.

$NaF \Rightarrow$ مجموع شماره دوره $= ۳ + ۲ = ۵$

$LiBr \Rightarrow$ مجموع شماره دوره $= ۲ + ۴ = ۶$

عبارت پ مجموع شماره دوره برای عنصرهای سازندهٔ هر دو ترکیب، یکسان و برابر ۶ است. در این صورت ترکیب فلوئوردار انرژی شبکه بلوری بیشتری دارد.

عبارت پ مجموع بار کاتیون و آنیون برای Na_2O بیش‌تر از NaF است. بنابراین انرژی شبکه Na_2O بیش‌تر است.

عبارت ت مجموع بار کاتیون و آنیون برای AlF_3 و MgO یکسان است. بنابراین AlF_3 که کاتیون آن بار بیش‌تری دارد، دارای انرژی شبکه بیش‌تری است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۷

بررسی گزینه‌ها

گزینه «۱» این ترکیب گروه عاملی کربوکسیل ندارد.

گزینه «۲» فرمول این ترکیب $C_{12}H_{13}O_4$ بوده که با توجّه به آن مجموع عدد اکسایش کربن‌ها برابر ۲- است.

$$\underset{\downarrow}{C_{12}}\ \underset{\downarrow}{H_{13}}\ \underset{\downarrow}{O_4}\ \underset{\downarrow}{N} = 0$$

$$x + 13 - 8 - 3 = 0 \Rightarrow x = -2$$

گزینه «۳» بالاترین و پایین‌ترین عدد اکسایش در این ماده ۳+ (کربن استری) و ۳- (متیل) می‌باشد.

گزینه «۴» عدد اکسایش کربن در فرمالدهید (CH_2O) ساده‌ترین آلدهید، برابر صفر است و در ترکیب موجود سه کربن دارای عدد اکسایش صفر هستند (کربن‌های اشتراکی بین دو حلقه).

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۸۸

فقط عبارت دوم نادرست است.

بررسی عبارت‌ها

عبارت اول درست: انرژی شبکه بلور $(MgO)XO$ از $(KF)YF$ بیشتر است.

عبارت دوم نادرست: فاصلهٔ دمای ذوب و جوش $NaCl$ از H_2O بیشتر است.

عبارت سوم درست

عبارت چهارم درست: با توجه به واکنش آندی آب $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ به‌ازای مبادلهٔ ۲mol الکترون ۰/۵ مول گاز O_2 $(11/2L)$ تولید می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۸۹

محیط بازی (نیم‌واکنش کاتدی): $H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$

محیط اسیدی (نیم‌واکنش آندی): $2H_2O(l) \rightarrow 4H^+(aq) + O_2(g) + 4e^-$

واکنش کلی: $\underset{\text{کاتد}}{2H_2O} \rightarrow 2H_2(g) + \underset{\text{آند}}{O_2(g)}$

عبارت اول، چهارم درست است.

عبارت دوم جای آند و کاتد برعکس است.

عبارت سوم نادرست - دقت کنید حالت فیزیکی آب در دستگاه سلول سوختی گاز است ولی در شرایط STP مایع در نظر گرفته می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۹۰

دلیل نادرستی گزینه‌ها:

عبارت ب: شکل ساختار سیلیس را نمایش می‌دهد و اتم‌های A و B به ترتیب اکسیژن و سیلیسیم می‌باشند. (SiO_2)

عبارت ت: SiO_2 جامد کووالانسی است و نمی‌توان از واژهٔ «فرمول مولکولی» برای آن استفاده کرد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۱ عبارت‌های ب و ت نادرست هستند.

عبارت ب) آنتالپی روپاشی شبکهٔ بلور AX برابر $۷۷۰\frac{KJ}{mol}$ است.

$$\Delta H_{AX}=\frac{(۸۰۰+۲۰۰+۹۰۰+۲۴۰)-۶۰۰}{۲}=+۷۷۰$$

عبارت ت) چگالی بار $O^{۲-}$ از $X^{-}(Cl^{-})$ بیشتر است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۹۲ در نمودار ۳ ترتیب آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور به صورت زیر است:

$$MgF_۲>LiF>LiBr>KCl$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۹۳ عبارت‌های ب و ت نادرست هستند.

بررسی جملات:

عبارت آ: در واکنش‌های شیمیایی گرماگیر $(\Delta H>۰)$، مقدار E_a از بیشتر است و در واکنش‌های شیمیایی گرماده، مقدار E_a می‌تواند از مقدار بیشتر یا کمتر باشد.

$$\left.\begin{array}{l}\text{پیوند فراورده‌ها } \Delta H < \text{پیوند واکنش‌دهنده‌ها } \Delta H\end{array}\right\}\rightarrow \Delta H \text{ مجموع } \Delta H \text{ پیوند فراورده‌ها } - \text{ مجموع } \Delta H \text{ پیوند واکنش‌دهنده‌ها } = \Delta H_{\text{واکنش}}$$

$\Delta H<۰$

انرژی فعالسازی همواره عددی مثبت است و در واکنش‌های گرماده، علامت منفی می‌باشد.

عبارت ب: در تعادل گرماده، با افزایش دما، تعادل به هم می‌خورد و به سمت چپ و جهت برگشت (مصرف فراورده‌ها) جابه‌جا می‌شود و مقدار ثابت تعادل کاهش می‌یابد.

عبارت پ: با استفاده از کاتالیزگر مناسب، بدون تغییر آنتالپی واکنش مقدار انرژی فعالسازی کاهش می‌یابد. بدین ترتیب اختلاف $|\Delta H|$ و E_a بیشتر می‌شود.

عبارت ت: با کاهش میانگین انرژی جنبشی ذرات سامانه (کاهش دما) سرعت انجام واکنش کاهش و زمان انجام آن افزایش می‌یابد اما مقدار انرژی لازم برای انجام واکنش (انرژی فعالسازی) تغییر نمی‌کند.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۹۴ جمع اعداد اکسایش در یک مولکول برابر صفر است. بنابراین نیازی نیست عدد اکسایش تک‌تک کربن‌ها را به دست آوریم. با به دست آوردن فرمول مولکولی و اینکه عدد اکسایش اکسیژن ۲- و هیدروژن ۱+ بوده و نیز تعیین عدد اکسایش نیتروژن‌ها و کلر می‌توان به جمع اعداد اکسایش اتم‌های کربن رسید.

$$C_{۱۳}H_{\square}N_۲O_۲Cl$$

$$\square=۲۸-[(۷\times۲)+۱]+۲=۱۵$$

$۲n+۲$ حلقه و دوگانه — کلر — نیتروژن‌ها

$$۱۳x+۱۵-۳-۱-۶-۱ \Rightarrow ۱۳x=-۴$$

عدد اکسایش کربنی که از هر طرف به کربن متصل است صفر است که در ساختار ۴ کربن اینگونه‌اند.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۹۵ موارد ت و ث نادرست مقایسه شده‌اند.

ت) سیلیسیم عنصر ناپایداری است؛ در نتیجه در طبیعت به شکل آزاد یافت نمی‌شود. پس: پایداری: $SiO_۲>Si$

ث) چگالی و تراکم اتم‌های کربن در ساختار الماس بیشتر است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۶ A: جامد یونی: آمونیوم کلرید، پتاسیم پرمنگنات، آلومینیم فلوئورید (۳ تا)

B: جامد کووالانسی: سیلیس، سیلیسیم کربید (۲ تا)

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۹۷ عبارت الف و ث نادرست است.

عبارت اول: کلروفرم و کربونیل سولفید هر دو قطبی هستند.

عبارت پنجم: آب شاره‌ای است که توربین را به حرکت درمی‌آورد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۹۸ $X \rightarrow_{11} Na$

$Y \rightarrow_{12} Mg$

$D \rightarrow_{13} Al$

$Z \rightarrow_{14} Si$

$M \rightarrow_{15} P$

بررسی عبارت‌ها

عبارت الف: درست - چگالی بار یون Al^{3+} بیشترین است. شبکه بلوری Al شامل کاتیون‌های Al^{3+} است که توسط دریای الکترون‌های ظرفیتی این عنصر پایدار نگه داشته شده است.

عبارت ب: نادرست - Na_2O ، MgO و Al_2O_3 مواد یونی، SiO_2 مادهٔ کووالانسی و P_4O_x مادهٔ مولکولی است. مواد مولکولی در مقایسه با مواد یونی و کووالانسی در گستره دمایی کمتری به حالت مایع‌اند و استفاده از آنها به عنوان شاره در فناوری خورشیدی منطقی نیست.

عبارت پ: نادرست - سیلیسیم از نظر خواص شیمیایی به نافلزات شباهت بیشتری دارد. به علاوه سختی و نقطه ذوب $Si(s)$ از $SiO_2(s)$ کمتر است.

عبارت ت: درست -

$$2V^{5+}(aq) + 3Mg(s) \rightarrow 2V^{2+}(aq) + 3Mg^{2+}(aq)$$

$$e^- = 3 \times 2 = 6mol = 36/12 \times 10^{23} e^- \text{عدد}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۹ چهار مقایسه‌های انجام شده درست هستند.



بررسی گزینه‌ها

مورد اول: ترتیب آنتالپی‌های پیوند به صورت $Si-C<C-C<Si-O$ است.

مورد دوم: درست است.

مورد سوم: مطابق با کتاب درس دوازدهم چاپ ۱۴۰۲، سیلیس دارای ۸ ضلع و گرافیت و گرافن دارای ۶ ضلع هستند.

مورد چهارم: درست است.

مورد پنجم: نادرست است. هرچند آنتالپی پیوند $Si-C$ از پیوند $Si-O$ ضعیف‌تر هست ولی نقطه ذوب SiC بالاتر است زیرا شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار SiC بیشتر است به گونه‌ای که در این ساختار هر اتم Si به چهار اتم C و هر اتم C به چهار اتم Si متصل است ولی در ساختار SiO_2 چنین نیست و هر اتم اکسیژن فقط به به دو اتم Si متصل است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۰۰ تنها نمودار ۲ درست رسم شده است

مقایسه صحیح ویژگی‌های بیان شده در هر نمودار به صورت زیر است:

۱) انرژی شبکه بلور: $MgO > Li_2O > LiF > NaCl$

۳) دمای ذوب: $MgO > LiCl > LiBr > KBr$

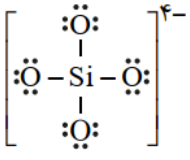
۴) میزان انحلال‌پذیری: $KI > RbCl > NaCl > Mg(OH)_2$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۰۱ **گزینه (۱) درست.** آنتالپی پیوند $Si-C$ کمتر از $C-C$ و بیش‌تر از $Si-Si$ است. پس سختی سیلیسیم کربید کمتر از الماس اما بیشتر از سیلیسیم خالص است.

گزینه (۲) درست. بخشی از جاذبه‌های موجود در مواد مولکولی به‌صورت واندروالسی و یا هیدروژنی است که نسبت به پیوندهای کوالانسی ضعیف‌تر است. از این‌رو مواد مولکولی نسبت به مواد کوالانسی نقطه ذوب پایین‌تری دارند و برخلاف آن‌ها می‌توانند در دما و فشار اتاق به حالت مایع باشند.

گزینه (۳) نادرست. ساختار یون سیلیکات به‌صورت زیر بوده و بار آن ۴- است که نسبت اندازه بار به تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی برابر $\frac{1}{3}$ است.



$$\rightarrow \frac{\text{اندازه بار}}{\text{تعداد جفت الکترون ناپیوندی}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

گزینه (۴) درست. تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد یونی و مواد یونی بیشتر از مواد کووالانسی است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

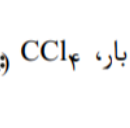
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۲ برای مقایسه چگالی بار یون‌ها، ابتدا به بار یون توجه می‌کنیم، یعنی هرچه بار یون بیشتر چگالی آن نیز بیشتر، ولی در صورت برابری بارها، به شعاع یون توجه می‌کنیم که با شعاع رابطه عکس دارد.

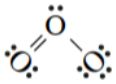
(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۰۳ **مورد اول: درست** - علی‌رغم اینکه در H_2O همانند CO_2، تراکم بار منفی اطراف هسته اتم اکسیژن بیشتر است، اما در CO_2 به‌دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند و همچنین مولکول H_2O به‌دلیل شکل خمیده آن در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

مورد دوم: نادرست - برای مثال در مولکول SCO ($\ddot{S}=C=\ddot{O}$) هسته اتم‌ها بر روی یک خط راست قرار دارند، اما مولکول قطبی است، زیرا اتم‌های کناری متفاوت هستند.

مورد سوم: نادرست - در مولکول کربن‌تتراکلرید (CCl_4)، خاصیت نافلزی (الکترون‌گیری) Cl از C بیشتر است، در نتیجه بار جزئی اتم مرکزی (C)، مثبت است. همچنین بدلیل توزیع متقارن بار، CCl_4 () این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

مورد چهارم: نادرست - مولکول اوزون (O_3) از اتم‌های مشابه تشکیل شده است، اما بدلیل داشتن جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی، مولکولی قطبی است.



(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۰۴ می‌توانیم واکنش کلی را به صورت زیر فرض کنیم:

$$n\,Zn + 2V^{5+} \rightarrow n\,Zn^{2+} + 2V^{(5-n)+}$$

$$\frac{13g}{n \times 65g} = \frac{0/4M \times 0/5L}{2} \Rightarrow n = 2$$

$$\Rightarrow V^{(5-2)+} = V^{3+} \Rightarrow \text{سبز رنگ}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۰۵ آلیاژ هوشمند شامل دو فلز $_{۲۲}Ti$ و $_{۲۸}Ni$ است. Ti از Ni سبک‌تر است.

$$Ti:[_{۱۸}Ar]\underline{۳d}^{۲}۴s^{۲}\rightarrow ۲\times ۲=۴e^{-}\rightarrow ۳d^{۴}$$

توجه: در آرایش الکترونی اتم هیچ عنصری زیرلایهٔ $۳d^{۴}$ وجود ندارد. (نادرستی عبارت (پ))

پس A در واقع یون $Cr^{۲+}$ یا $Mn^{۳+}$ است.

$$_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۱}\rightarrow Cr^{۲+}:[Ar]۳d^{۴}$$

$$_{۲۵}Mn:[_{۱۸}Ar]۳d^{۵}۴s^{۲}\rightarrow Mn^{۳+}:[Ar]۳d^{۴}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

عبارت الف نادرست است؛ زیرا در آرایش اتم $_{۲۴}Cr$، دو زیرلایهٔ نیم‌پر دیده می‌شود.

عبارت ب درست است؛ A می‌تواند $Mn^{۳+}$ باشد؛ پس با فسفات ترکیب $APO_۴$ و با سولفات ترکیب $A_۲(SO_۴)_۳$ تشکیل می‌دهد.

عبارت ت درست است؛ در آرایش الکترونی A، ۶ الکترون با $l=۰$ و ۱۲ الکترون با $l=۱$ وجود دارد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۰۶ همهٔ عبارت‌ها نادرست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) میان دو ذرهٔ هم الکترون مثل Na^{+} و $Mg^{۲+}$، آن که شمار پروتون بیشتری دارد، کوچک‌تر است.

ب) میان دو ذرهٔ هم الکترون مانند $Mg^{۲+}$ و $O^{۲-}$، چگالی بار کاتیون قطعاً بیشتر از چگالی بار آنیون است.

پ) بر اساس نمودار کتاب درسی $\Delta H_{LiBr} > \Delta H_{KCl}$

پس آنتالپی فروپاشی LiBr بیشتر است.

ت) مجموع مقدار بار کاتیون و آنیون (صرف‌نظر از علامت بار) برای MgO برابر ۴ و برای $MgF_۲$ برابر ۳ است. پس MgO نقطه ذوب بالاتری دارد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۰۷ عبارت چهارم و عبارت پنجم درست است.

توضیح عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: سیلیسیم بعد از اکسیژن، فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است.

عبارت دوم: هر اتم Si با چهار پیوند یگانه، به ۴ اتم اکسیژن متصل است.

عبارت سوم: برای ذوب شدن جامد کووالانسی، لازم است پیوندهای کووالانسی موجود میان اتم‌ها در شبکهٔ کووالانسی از بین بروند. اما برای ذوب شدن جامد مولکولی، کافی است نیروهای بین مولکولی (واندروالسی و احیاناً، پیوند هیدروژنی) از بین برود.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۸ عبارت‌های سوم و پنجم درست هستند.



توضیح عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: در نقشهٔ پتانسیل $SF_۴$ ، اتم مرکزی به رنگ آبی و در نقشهٔ پتانسیل $H_۲O$ ، اتم مرکزی به رنگ قرمز دیده می‌شود.

عبارت دوم: در هر دو مولکول، خاصیت نافلزی اتم مرکزی کم‌تر از اتم‌های اطراف بوده و دارای بار جزئی مثبت است.

عبارت چهارم: اتانول کاملاً به صورت مولکولی حل شده و با افزایش غلظت آن در محلول، رسانایی محلول همچنان (نزدیک به) صفراست.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۰۹ فرمول شیمیایی آنیون سیانامید، $(CN_۲)^{۲-}$ است. پس فرمول آمونیوم سیانامید به صورت $(NH_۴)_۲CN_۲$ است.

$$\%N = \frac{۴\times۱۴}{۷۶}\times۱۰۰ = \%۷۳/۷$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۰ اگر جرم نمونهٔ اولیه را ۱۰۰ گرم در نظر بگیریم، پس با جذب x گرم آب، جرم نمونه جدید برابر $۱۰۰+x$ می‌شود.

$$\text{درصد جرمی آب} = \frac{۱۲+x}{۱۰۰+x} = \frac{۲۰}{۱۰۰} \Rightarrow x = ۱۰g$$

$$\%SiO_۲ = \frac{۴۸}{۱۰۰+۱۰}\times۱۰۰ = \%۴۳/۶$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۱۱ **مورد اول:** نادرست. گرافیت یک جامد کووالانسی است که چینش اتم‌ها در آن دوبعدی است.

مورد دوم: درست.

مورد سوم: نادرست. گرافیت دیرگداز ولی نرم است.

مورد چهارم: درست

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۲ عنصر کربن دارای دو آلوتروپ طبیعی است و گرافیت از الماس پایدارتر است.

مورد اول: نادرست. جرم مولی هر دو آلوتروپ برابر است. $(C = ۱۲g.mol^{-۱})$

مورد دوم: درست. چگالی گرافیت کمتر است.

مورد سوم: درست. سختی الماس بیشتر است.

مورد چهارم: درست. الماس نارسانا ولی گرافیت رسانای جریان الکتریسیته است.

مورد پنجم: نادرست. الماس ناپایدارتر از گرافیت است و از سوختن آن گرمای بیشتری آزاد می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۳ گزینهٔ «۱»: هر سه مولکول قطبی‌اند ولی شکل هندسی آن‌ها متفاوت است. دو مولکول SCO و HCN خطی‌اند ولی $NO_۲$ خمیده است.

گزینهٔ «۲»: هر سه مولکول قطبی‌اند و شکل هندسی هر سه نیز خمیده است.

گزینهٔ «۳»: فقط مولکول $CHCl_۳$ قطبی است.

گزینه. «۴»: فقط مولکول $NH_۳$ قطبی است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۴ هر چه انرژی شبکه بلور بیشتر باشد، نقطهٔ ذوب جامد یونی بالاتر است. برای مقایسه‌ی انرژی شبکهٔ بلور ابتدا عامل بار الکتریکی و سپس شعاع یونی را مقایسه می‌کنیم. بر این اساس انرژی شبکهٔ بلور Na_2O از دو ترکیب دیگر کمتر است، زیرا بار یون سدیم از بار یون‌های منیزیم و کلسیم کمتر است. میان Mg^{2+} و Ca^{2+} نیز شعاع Mg^{2+} کوچک‌تر است، پس چگالی بار بیشتری دارد و نقطه‌ی ذوب آن از CaO بالاتر است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۵ عدد اتمی فلزی از گروه چهاردهم جدول تناوبی می‌تواند $_{50}Sn$ و یا $_{82}Pb$ باشد. با توجه به اینکه عدد اتمی عنصرهای دورهٔ سوم جدول تناوبی از ۱۱ تا ۱۸ را شامل می‌شود پس مجموع عدد اتمی چهار عنصر متوالی نمی‌تواند برابر ۸۲ باشد. در نتیجه عدد اتمی این چهار عنصر چنین است: $_{11}A, _{12}B, _{13}C, _{14}D$

گزینه «۱»: نادرست. اکسید عنصرهای A، B و C همان Na_2O، MgO و Al_2O_3 ترکیب یونی هستند که با افزایش بار کاتیون نقطهٔ ذوب افزایش می‌یابد. پس نقطهٔ ذوب اکسید عنصر A باید از بقیهٔ کمتر باشد.

گزینه «۲»: نادرست. عنصر D همان سیلیسیم است که جامدی کووالانسی است ولی سه عنصر دیگر فلز هستند.

گزینه «۳»: نادرست. عنصر D همانند سه عنصر دیگر در طبیعت به شکل خالص یافت نمی‌شود.

گزینه «۴»: بیش‌ترین چگالی بار مربوط به Al^{3+} یا C^{3+} است، زیرا بیشترین بار و کمترین شعاع را دارد.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۶ **مورد اول:** نادرست. عدد اکسایش از خواص شیمیایی فلزها به‌شمار می‌آید.

مورد دوم: نادرست. الکترون‌ها آزادانه میان کاتیون‌ها شناور هستند.

مورد سوم: نادرست. الکترون‌های ظرفیتی در عنصرهای واسطه شامل الکترون‌های زیرلایه‌های s با $l=0$ و d با $l=2$ است.

مورد چهارم: درست.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۷ عبارت داده شده نادرست است زیرا TiO_2 رنگدانه سفید است و تمام طول موج‌های مربوط به ناحیهٔ مرئی را بازتاب می‌کند.

گزینه «۱»: درست. بالاترین عدد اکسایش $_{23}V$ برابر ۵+ است و گونه‌های با بالاترین عدد اکسایش فقط نقش اکسنده دارند.

گزینه «۲»: نادرست. دی‌متیل‌اتر و اتانول با فرمول مولکولی C_2H_6O ایزومرند و اتانول به دلیل متصل بودن اتم H به اتم O، نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد. (پیوند هیدروژنی)

گزینه «۳»: درست. با تغییر رنگ محلول نمک‌های وانادیم از بنفش تا زرد، طول موج نور بازتاب شده گاهی افزایش می‌یابد (بنفش به سبز) و گاهی کاهش می‌یابد (سبز به آبی).

گزینه «۴»: درست. رنگدانه قرمز، Fe_2O_3 است. پس درصد جرمی آهن به درصد جرمی اکسیژن در آن برابر است با:

$$\frac{2\times 56}{3\times 16} = 2/\overline{3}$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۸ آ) آلیاژ هوشمند از دو فلز $_{22}Ti$ و $_{28}Ni$ ساخته شده است که مجموع عدد اتمی آن‌ها برابر ۵۰ است.

ب) مجموع بار الکتریکی آنیون‌های سیلیکات (SiO_4^{4-}) و نیتریت (NO_2^-) برابر ۵- و بار الکتریکی یون کربنات (CO_3^{2-}) برابر ۲- است. پس:

$$\frac{-5}{-2} = 2/5$$

پ) اگر نسبت کاتیون و آنیون در فرمول شیمیایی ترکیب یونی برابر و یا ۱ به ۱ باشد، آن‌گاه عدد کوئوردیناسیون یون‌ها برابر است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir