۱ گزینه ۱

ابتدا جرم مولی هیدروکربن گازی‌شکل را به دست می‌آوریم:

$$۱\,L\,(\text{هیدروکربن}) \times \frac{۱\,mol\,(\text{هیدروکربن})}{۲۲/۴\,L} \times \frac{x\,g\,(\text{هیدروکربن})}{۱\,mol\,(\text{هیدروکربن})} = ۲/۵\,g$$
$$\Rightarrow x = ۵۶\,g\ (\text{جرم مولی هیدروکربن})$$

باتوجه‌به گزینه‌های داده‌شده، هیدروکربن گازی موردنظر ممکن است آلکان یا آلکن باشد.
اگر ترکیب را آلکان در نظر بگیریم، شمار اتم‌های کربن عدد صحیحی به دست نمی‌آید؛ بنابراین این ترکیب نمی‌تواند آلکان باشد (رد گزینهٔ ۲ و ۳).

$$\text{آلکان}: C_nH_{۲n+۲} \Rightarrow \text{جرم مولی} = ۱۴n + ۲$$
$$۱۴n + ۲ = ۵۶ \Rightarrow ۱۴n = ۵۴ \Rightarrow n = ۳/۸۵$$

ولی اگر هیدروکربن گازی را آلکن در نظر بگیریم، شمار اتم‌های کربن برابر با ۴ خواهد شد.

$$\text{آلکن}: C_nH_{۲n} \Rightarrow \text{جرم مولی} = ۱۴n \Rightarrow ۱۴n = ۵۶ \Rightarrow n = ۴$$

ملاحظه می‌کنید که فقط در گزینهٔ ۱، آلکن چهار کربنه وجود دارد (فرمول نقطه- خط داده‌شده، مربوط به یک آلکن چهار کربنه است) و نیازی به محاسبهٔ درصد جرمی کربن در این ترکیب نیست؛ اما درهرصورت، درصد جرمی کربن را برای تکمیل پاسخ این سؤال، به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی کربن در } C_۴H_۸ = \frac{\text{جرم کربن در ترکیب}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰$$
$$\Rightarrow \%C = \frac{۴ \times ۱۲}{۵۶} \times ۱۰۰ = \%۸۵/۷۱$$

۲ گزینه ۲

$LiF\,(s)$ یک جامد یونی است و ذرات سازندهٔ شبکهٔ بلور آن شامل یون‌های مثبت (Li^+) و یون‌های منفی (F^-) است.
توضیح گزینهٔ ۳: دقت داشته باشید در ساختار جامدهای یونی، یون‌ها به‌صورت یک جفت یون مستقل (به‌صورت مولکولی) کنار یکدیگر قرار نمی‌گیرند.

۳

گزینه ۴

ابتدا بهتر است نماد واقعی هریک از عنصرهای داده‌شده در جدول را مشخص کنیم:

A	Z	D	E	G	J	M
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	K	Mg	C	Se	F	Br

یون پایدار Z و D به‌صورت Z^{+} و $D^{۲+}$ و یون پایدار G، J و M به ترتیب به‌صورت $G^{۲-}$، J^{-} و M^{-} است.

در ترکیب یونی حاصل از Z با M، یون‌های سازنده $(Z^{+}\ ,\ M^{-})$، کمترین مقدار بار الکتریکی را نسبت به یون‌های سازندهٔ حاصل از D با J و D با G دارند؛ بنابراین انتظار داریم آنتالپی فروپاشی شبکهٔ این ترکیب، نسبت به دو ترکیب دیگر داده‌شده کمتر باشد.

(دقت کنید ترکیب عنصر E با J یعنی $CF_۴$، یک ترکیب مولکولی است نه یونی!! بنابراین گزینهٔ ۳ از همان ابتدا رد می‌شود.)

پاسخ بخش دوم سؤال:

ترکیب عنصر A با M (HBr) نسبت به ترکیب عنصر A با E $(CH_۴)$ دمای جوش بیشتری دارد؛ زیرا HBr یک ترکیب قطبی است و جرم مولی بیشتری نسبت به $CH_۴$ دارد، درحالی‌که متان یک ترکیب ناقطبی است؛ بنابراین ترکیب A با E دمای جوش کمتری دارد.

۴

گزینه ۲

عبارت‌های دوم و پنجم نادرست‌اند.

مجموع عدد اتمی این ۵ عنصر برابر با ۴۵ است که نشان می‌دهد محدودهٔ عدد اتمی این عنصرها می‌بایست نزدیک به عدد ۱۰ باشد. از طرف دیگر Y، گاز تک‌اتمی است که نشان می‌دهد یک گاز نجیب است. ازآنجاکه عدد اتمی این عنصرها در محدودهٔ ۱۰ است، عنصر Y می‌بایست عنصر $_{۱۰}Ne$ باشد. باتوجه‌به فرض سؤال که عنصرها به‌طور متوالی قرار گرفته‌اند و از روی موقعیت عنصر Y $(_{۱۰}Ne)$ سایر عنصرهای داده‌شده را می‌توانیم به‌راحتی پیش‌بینی کنیم:

$$\underbrace{\begin{array}{ccccc} \underline{۱۵} & \underline{۱۶} & \underline{۱۷} & \underline{۱۸} & \underline{۱} \\ A & D & X & Y & Z \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ {}_{۷}N & {}_{۸}O & {}_{۹}F & {}_{۱۰}Ne & {}_{۱۱}Na \end{array}}_{\text{دورهٔ دوم}}\ \underbrace{}_{\text{دورهٔ سوم}}$$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. HX درواقع همان HF است که به‌صورت محلول در آب (هیدروفلوئوریک اسید) یک اسید ضعیف بوده و معادلهٔ یونش آن تعادلی است:

$$HF(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + F^-(aq)$$

عبارت دوم: نادرست. $HNO_۳$ (نیتریک اسید) و $HNO_۲$ (نیترواسید) دو اسید اکسیژن‌داری هستند که در ساختار آن‌ها عنصر نیتروژن وجود دارد. $HNO_۳$ یک اسید قوی است و یونش آن در آب کامل است، درحالی‌که $HNO_۲$ یک اسید ضعیف بوده و به‌طور جزئی دچار یونش می‌شود.

عبارت سوم: درست. در ترکیب $DX_۲$ یا $OF_۲$، عنصر اکسیژن دارای عدد اکسایش (+۲) است که بالاترین عدد اکسایش ممکن برای این عنصر است.

عبارت چهارم: درست. ترکیب حاصل از واکنش عنصر Z با D $(Na_۲O)$ نقطهٔ ذوب بالاتری نسبت به LiF دارد؛ زیرا مجموع مقدار بار الکتریکی یون‌های سازندهٔ این ترکیب از LiF بیشتر بوده و درنتیجه آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بزرگ‌تری دارد.

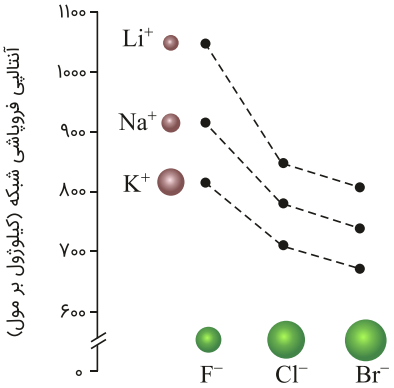
$$\begin{cases} Na_۲O(Na^+, O^{۲-}) \Rightarrow \text{مجموع مقدار بار یون‌ها} = ۳ \\ LiF(Li^+, F^-) \Rightarrow \text{مجموع مقدار بار یون‌های سازندهٔ ترکیب} = ۲ \end{cases}$$

$\Rightarrow$ مجموع مقدار بار یون‌ها $\uparrow\rightarrow$ آنتالپی فروپاشی شبکه $\uparrow\rightarrow$ نقطه ذوب $\uparrow$

عبارت پنجم: نادرست. ساختار و ویژگی‌های فیزیکی ترکیب هیدروژن‌دار پایدار D (یعنی $H_۲O$) با $H_۲S$ متفاوت است. قطبیت مولکول‌های آب به‌مراتب از $H_۲S$ بیشتر بوده و توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارند ($H_۲S$ فاقد توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی است)؛ به همین دلیل دمای جوش $H_۲O$ از $H_۲S$ بیشتر است.

۵ گزینه ۱

مطابق شکل زیر تفاوت انرژی شبکهٔ بلور دو ترکیب یونی در گزینهٔ (۱) کمتر از گزینه‌های (۲) و (۳) است و تفاوت انرژی شبکهٔ دو ترکیب یونی در گزینهٔ (۴) نیز طبق اطلاعات کتاب درسی حدود $۱۳۰۰\,kJ.mol^{-۱}$ بوده و از گزینهٔ (۱) بیشتر است.



۶ گزینه ۴

دومین عنصر فراوان در پوستهٔ جامد زمین، $_{۱۴}Si$ است؛ بنابراین عدد اتمی عنصر X طبق فرض سؤال، برابر با $Z = ۷$ خواهد بود.

$$_{۷}X = {}_{۷}N : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۳}$$

عنصر نیتروژن در گروه ۱۵ جدول دوره‌ای عناصر قرار دارد. در گروه ۱۴ تا ۱۷، بیشترین و کمترین عدد اکسایش عنصر، از روابط زیر به دست می‌آید:

$$\text{بیشترین عدد اکسایش} = \text{رقم یکان شمارهٔ گروه}$$
$$\text{کمترین عدد اکسایش} = \text{رقم یکان شمارهٔ گروه} - ۸$$

بنابراین بیشترین عدد اکسایش عنصر نیتروژن برابر با ۵+ و کمترین عدد اکسایش آن برابر با ۳- خواهد بود.
اگر در گزینهٔ ۴ به‌جای X، عنصر N قرار دهیم، ترکیب‌های $HNO_۳$ (نیتریک اسید) و $NH_۳$ (آمونیاک) به دست می‌آید که به ترتیب اسید و باز آرنیوس هستند. در ترکیب $HNO_۳$، عنصر نیتروژن با بیشترین عدد اکسایش (۵+) و در ترکیب $NH_۳$، نیتروژن با کمترین عدد اکسایش خود (۳-)، شرکت کرده است.

$$HNO_۳ : ۱ + N + ۳(-۲) = ۰ \Rightarrow N = +۵$$
$$NH_۳ : N + ۳(۱) = ۰ \Rightarrow N = -۳$$

۷ گزینه ۳

A عنصری از گروه اول و کاتیون آن A^+ و D نیز منیزیم با کاتیون Mg^{2+} است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست؛ چون بار D (منیزیم) در شبکهٔ بلور D با X بیشتر از با Li^+ در شبکهٔ بلور LiF است، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ D با X بیشتر از LiF است.

عبارت دوم: درست. اگر A و X به ترتیب Li و F باشند، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ AX برابر با LiF می‌شود و درغیراین‌صورت آنتالپی فروپاشی شبکهٔ AX کمتر است، زیرا شعاع یون‌های A^+ و X^- حتماً از Li^+ و F^- بزرگ‌تر خواهد بود.

عبارت سوم: نادرست. اگر X در لایهٔ ظرفیت ۶ الکترون داشته باشد، آنیون آن X^{2-} است و با A جامد یونی با فرمول A_2X را تشکیل می‌دهد که آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطهٔ ذوب بالاتری از LiF دارد چون بار آنیون آن بیشتر است.

عبارت چهارم: درست. اگر به‌جای منیزیم در شبکهٔ بلور Mg با X، یون کلسیم جایگزین شود، آنتالپی شبکهٔ کمتری از شبکهٔ بلور منیزیم با X دارد، زیرا شعاع Ca^{2+} از Mg^{2+} بزرگ‌تر است و چون آنتالپی فروپاشی شبکهٔ منیزیم یا کلسیم با X هر دو از LiF بیشتر است، تفاوت آنتالپی فروپاشی شبکهٔ کلسیم با X و LiF کمتر است.

۸ گزینه ۱

شکل "الف" می‌تواند مربوط به مادهٔ a باشد که دارای مولکول‌های ناقطبی و در دمای اتاق به حالت گاز است.

شکل "ب" نیز یک ترکیب مولکولی با مولکول‌های قطبی است که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند و مربوط به مادهٔ d است.

شکل "پ" مربوط به یک جامد کووالانسی مانند سیلیس است که سخت بوده و در ساخت عدسی کاربرد دارد، یعنی مادهٔ b.

شکل "ت" مربوط به مادهٔ c است که یک جامد یونی بوده و در حالت مذاب یا محلول جریان برق را عبور می‌دهد.

۹ گزینه ۲

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکهٔ بلوری حفظ می‌کند.

عبارت دوم: نادرست. الکترون‌های ظرفیت دریای الکترونی را می‌سازند.

عبارت سوم: نادرست. مدل دریای الکترونی، برخی رفتارهای فیزیکی فلزها را توجیه می‌کند نه رفتارهای شیمیایی را.

عبارت چهارم: درست. مدل دریای الکترونی می‌تواند رسانایی الکتریکی و گرمایی و چکش‌خواری فلزها را که رفتارهای فیزیکی هستند توجیه نماید.

عبارت پنجم: نادرست. یون‌های مثبت در دریای الکترونی یک شبکهٔ سه‌بعدی بسیار منظم تشکیل می‌دهند که باعث می‌شود هستهٔ اتم‌ها در مکان‌های مشخصی به‌طور ثابت جای بگیرند. جاذبهٔ میان هسته‌ها و دریای الکترونی نمی‌تواند دلیل ثابت بودن هسته‌ها باشد؛ زیرا الکترون‌ها ثابت نیستند و حرکت می‌کنند؛ پس باید هسته‌ها هم همراه با الکترون‌ها حرکت کنند، درصورتی‌که این‌طور نیست.

۱۰ گزینه ۲

بررسی گزینه‌ها:

مورد اول: درست. گشتاور دوقطبی آب بزرگ‌تر از هیدروژن سولفید است. گشتاور دوقطبی اتین هم برابر با صفر است.

مورد دوم: نادرست. شارهٔ $NaCl$ چون در گسترهٔ دمایی بزرگ‌تری به حالت مایع است، برای تولید برق از انرژی خورشیدی مناسب‌تر است.

مورد سوم: نادرست. در گوگرد تری‌اکسید، اتم مرکزی گوگرد است و می‌توان بار جزئی مثبت را به آن نسبت داد.

مورد چهارم: درست. یون‌های Na^{+}، F^{-}، Mg^{2+} و O^{2-} همگی ده الکترونی هستند. در یون‌هایی که تعداد الکترون برابر دارند، آنکه بار منفی بیشتر دارد شعاع بزرگ‌تر و آنکه بار مثبت بیشتر دارد دارای شعاع کوچک‌تر است.

شعاع یونی : $O^{2-} > F^{-} > Na^{+} > Mg^{2+}$

۱۱ گزینه ۳

عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست‌اند.

ازآنجاکه آنتالپی فروپاشی شبکهٔ AD از آنتالپی فروپاشی شبکهٔ AX_2 بیشتر است، بنابراین می‌بایست مجموع قدر مطلق یون‌های سازندهٔ AD از مجموع قدر مطلق یون‌های سازندهٔ AX_2 بیشتر باشد.

باتوجه‌به فرمول شیمیایی ترکیب یونی AD و AX_2، یون‌های سازندهٔ این ترکیب‌ها می‌تواند به‌صورت زیر باشد:

$$AD \begin{cases} A^{2+}, D^{2-} \\ A^{3+}, D^{3-} \end{cases}$$

$$AX_2 \begin{cases} A^{2+} \\ X^{-} \end{cases}$$

(یون‌های سازندهٔ AD نمی‌تواند به‌صورت A^{+} و D^{-} باشد، چون دراین‌صورت مجموع قدر مطلق بار یون‌های این ترکیب از مجموع قدر مطلق یون‌های سازندهٔ AX_2 کمتر خواهد شد و درنتیجه آنتالپی فروپاشی شبکهٔ AX_2 از AD بیشتر می‌شود)

باتوجه‌به توضیحات داده‌شده، عنصر D می‌تواند عنصری از گروه ۱۵ یا ۱۶ جدول تناوبی باشد که یون پایدار آن به ترتیب D^{3-} و D^{2-} است. همچنین عنصر X می‌تواند عنصری از گروه ۱۷ جدول تناوبی باشد که یون آن به‌صورت X^{-} است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) درست. طبق فرض سؤال عنصر D و X در یک دوره قرار دارند. عنصر X متعلق به گروه ۱۷ و عنصر D متعلق به گروه ۱۵ یا ۱۶ است. در یک دوره از چپ به راست شعاع اتمی کاهش می‌یابد؛ بنابراین انتظار داریم شعاع اتمی D از شعاع اتمی X، بزرگ‌تر باشد.

ب) درست. در آنیون‌های مربوط به عنصرهای نافلزی یک دوره، شعاع آنیون عنصری بزرگ‌تر است که بار الکتریکی بیشتری داشته باشد (به‌عبارت‌دیگر شعاع D^{3-} یا D^{2-} از شعاع X^{-} بزرگ‌تر است).

۱۲ گزینه ۴

سیلیس (SiO_2) یک جامد کووالانسی است که بین همهٔ اتم‌ها پیوند اشتراکی (کووالانسی) وجود دارد. کوارتز نمونهٔ خالص سیلیس در طبیعت است. سیلیس یک جامد کووالانسی با چینش سه‌بعدی اتم‌ها و گرافیت جامد کووالانسی با چینش دوبعدی اتم‌ها است. گرافیت یک ماده نرم، ترد و شکننده و سیلیس یک ماده با درجه سختی بالا است.

۱۳ گزینه ۴

ابتدا شمار الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش را حساب می‌کنیم:

$$Zn(s) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + ۲e^-$$

شمار الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش برابر است با:

$$۰/۳۲۵\,g\,Zn \times \frac{۱\,mol\,Zn}{۶۵\,g\,Zn} \times \frac{۲\,mol\,e^-}{۱\,mol\,Zn} = ۰/۰۱\,mol\,e^-$$

این مقدار الکترون در نیم‌واکنش کاهش مصرف شده است.

$$V^{۵+}(aq) + ne^- \rightarrow V^{(۵-n)+}$$

$$V^{۵+}\text{ شماره مول‌های} = ۲۰۰\,mL \times \frac{۱\,L}{۱۰۰۰\,mL} \times \frac{۰/۰۲۵\,mol}{۱\,L} = ۰/۰۰۵\,mol\,V^{۵+}$$

$$n = \frac{\text{شمار مول الکترون‌ها}}{V^{۵+}\text{ شمار مول}} = \frac{۰/۰۱}{۰/۰۰۵} = ۲$$

$$\Rightarrow V^{۵+}(aq) + ۲e^- \rightarrow V^{۳+}(aq)$$

بنابراین رنگ نهایی محلول سبز است.

۱۴ گزینه ۱

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱:

$$AlN\text{ در }N\text{ درصد جرمی} = \frac{۱۴}{۲۷+۱۴} \times ۱۰۰ = \%۳۴/۱۴$$

$$Al(NO_۳)_۳\text{ در }N\text{ درصد جرمی} = \frac{۱۴ \times ۳}{۲۷ + ۳ \times ۶۲} \times ۱۰۰ = \%۱۹/۷۱$$

بنابراین درصد جرمی نیتروژن در AlN کمتر از دو برابر این درصد در $Al(NO_۳)_۳$ است.

$$۱۹/۷۱ \times ۲ = \%۳۹/۴۲ > \%۳۴/۱۴$$

گزینهٔ ۲: هم شعاع آنیون و هم شعاع کاتیون KI در مقایسه با LiF بیشتر است و از آنجا که شعاع یونی با آنتالپی فروپاشی شبکه بلور رابطهٔ عکس دارد، پس آنتالپی فروپاشی شبکه بلور KI کمتر از LiF است.

گزینهٔ ۳: آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها یا یون‌ها در یک بلور، شبکه بلور گفته می‌شود. البته در شبکه بلور یونی، آرایش سه‌بعدی منظم یون ها مورد نظر است.

گزینهٔ ۴:

$$Mg(MnO_۴)_۲\text{ در }Mg\text{ درصد جرمی} = \frac{۲۴}{۲۴ + ۲(۶۴ + ۵۵)} \times ۱۰۰ = ۹/۱۶\%$$

بنابراین درصد جرمی منیزیم در منیزیم پرمنگنات بیش از ۹ درصد است.

۱۵ گزینه ۳

معادلهٔ مربوطبه فروپاشی شبکهٔ بلور $NaCl$ به‌صورت زیر است:

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

برای محاسبهٔ ΔH فروپاشی شبکهٔ بلور $NaCl$ از طریق معادله‌های شیمیایی داده‌شده، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

معادلهٔ (۱) را وارونه می‌کنیم : $NaCl(s) \rightarrow Na(s) + \frac{۱}{۲}Cl_{۲}(g)$ $\quad \Delta H_{۱} = ۴۱۱\,kJ.mol^{-۱}$

معادلهٔ (۲) بدون تغییر : $Na(s) \rightarrow Na(g)$ $\quad \Delta H_{۲} = ۱۰۸\,kJ.mol^{-۱}$

معادلهٔ (۳) در $\frac{۱}{۲}$ ضرب می‌شود : $\frac{۱}{۲}Cl_{۲}(g) \rightarrow Cl(g)$ $\quad \Delta H_{۳} = \frac{۲۴۳}{۲} = ۱۲۱/۵\,kJ.mol^{-۱}$

معادلهٔ (۴) بدون تغییر : $Na(g) \rightarrow Na^{+}(g) + e^{-}$ $\quad \Delta H_{۴} = ۴۹۶\,kJ.mol^{-۱}$

معادلهٔ (۵) بدون تغییر : $Cl(g) + e^{-} \rightarrow Cl^{-}(g)$ $\quad \Delta H_{۵} = -۳۴۹\,kJ.mol^{-۱}$

جمع معادله‌ها : $NaCl(s) \rightarrow Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)$

مطابق قانون هس : $\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{۱} + \Delta H_{۲} + \Delta H_{۳} + \Delta H_{۴} + \Delta H_{۵}$

$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = ۴۱۱ + ۱۰۸ + ۱۲۱/۵ + ۴۹۶ - ۳۴۹ = +۷۸۷/۵\,kJ.mol^{-۱}$

۱۶ گزینه ۱

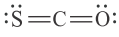
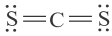
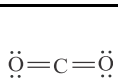
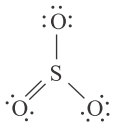
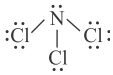
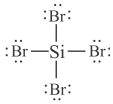
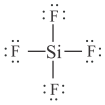
آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور جامد یونی، با بار یون‌ها رابطهٔ مستقیم و با شعاع یون‌ها رابطهٔ معکوس دارد یعنی هرچه شعاع یون‌ها بزرگ‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب یونی کمتر است. (نادرستی گزینهٔ ۱)

و همچنین هرچه بار الکتریکی یون‌ها بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور ترکیب یونی بیشتر است. (درستی گزینهٔ ۳)

مشخص است که با افزایش آنتالپی فروپاشی شبکه و افزایش جاذبه بین یون‌ها، شکستن این جاذبه‌ها احتیاج به انرژی بیشتری خواهد داشت و دمای ذوب و جوش بالاتر خواهد رفت. (درستی گزینهٔ ۲)

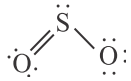
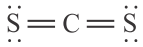
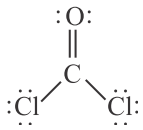
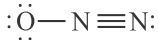
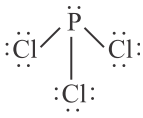
نیروی جاذبه در جامد یونی، تنها محدود به یک کاتیون و یک آنیون نیست بلکه در تمام جهت‌ها و میان همهٔ یون‌های ناهمنام مجاور در فواصل مختلف وجود دارد. (درستی گزینهٔ ۴)

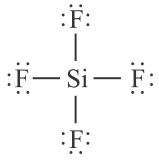
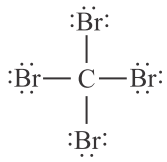
۱۷ گزینه ۱

گزینه	نام مولکول	ساختار لوویس	شکل هندسی	شمار الکترون‌های ناپیوندی
۱	C_2H_2		خطی	۰
۱	SCO		خطی	۸
۲	CS_2		خطی	۸
۲	CO_2		خطی	۸
۳	SO_3		سه‌ضلعی مسطح	۱۶
۳	NCl_3		هرم با قاعدهٔ سه‌ضلعی	۲۰
۴	$SiBr_4$		چهاروجهی	۲۴
۴	SiF_4		چهاروجهی	۲۴

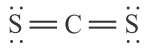
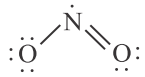
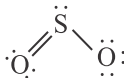
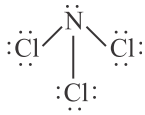
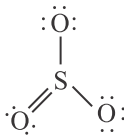
همان‌طور که در بالا مشخص است در گزینهٔ ۱، دو مولکول ساختار هندسی مشابه دارند اما شمار الکترون‌های ناپیوندی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها در آن نابرابر است.

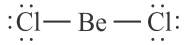
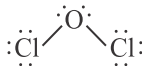
۱۸ گزینه ۲

گزینه	نام مولکول	ساختار لوویس	شکل هندسی	شمار جفت الکترون‌های پیوندی
۱	SO_2		خمیده	۳
۱	CS_2		خطی	۴
۲	$COCl_2$		سه‌ضلعی مسطح	۴
۲	N_2O		خطی	۴
۳	NF_3		هرمی	۳
۳	PCl_3		هرمی	۳

۴	$SiF_۴$		چهاروجهی منتظم	۴
۴	$CBr_۴$		چهاروجهی منتظم	۴

همان‌طور که در جدول بالا مشخص است در گزینهٔ ۲، دو مولکول شکل هندسی متفاوت و شمار جفت الکترون پیوندی یکسان دارند.

گزینه	نام مولکول	ساختار لوویس	شکل هندسی	شمار الکترون‌های ناپیوندی
۱	CS_2		خطی	۸
۱	N_2O		خطی	۸
۲	NO_2		خمیده	۱۱
۲	SO_2		خمیده	۱۲
۳	NCl_3		هرم با قاعدهٔ سه‌ضلعی	۲۰
۳	SO_3		سه‌ضلعی مسطح	۱۶

۴	$BeCl_۲$		خطی	۱۲
۴	$OCl_۲$		خمیده	۱۶

همان‌طور که در جدول مشخص است دو مولکول گزینهٔ ۱ دارای شکل هندسی یکسان و شمار الکترون‌های ناپیوندی برابر می‌باشند.

۲۰ گزینه ۱

ابتدا باتوجه‌به موقعیت این عناصر در جدول تناوبی، آرایش الکترونی آن‌ها را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} {}_{۳}Li : ۱s^{۲}۲s^{۱} \Rightarrow Li^{+} : ۱s^{۲} \\ {}_{۱۱}Na : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۱} \Rightarrow Na^{+} : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶} \end{cases}$$

$$\begin{cases} {}_{۴}Be : ۱s^{۲}\ ۲s^{۲} \Rightarrow Be^{۲+} : ۱s^{۲} \\ {}_{۱۲}Mg : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۲} \Rightarrow Mg^{۲+} : ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶} \end{cases}$$

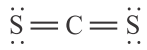
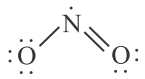
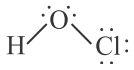
شعاع یونی Li^{+} و $Be^{۲+}$ نسبت به شعاع یونی Na^{+} و $Mg^{۲+}$ کمتر است. زیرا تعداد لایه‌های الکترونی کمتری دارند. از طرف دیگر یون Li^{+} و $Be^{۲+}$ هم الکترون هستند.

در ذرات هم الکترون (ایزوالکترون)، با افزایش عدد اتمی (و در نتیجه افزایش بار مؤثر هسته)، شعاع کاهش می‌یابد؛ بنابراین شعاع $Be^{۲+}$ از Li^{+} کمتر است. (رد گزینه‌های ۲ و ۳)

Na^{+} و $Mg^{۲+}$ نیز هم‌الکترون هستند. در ذرات هم‌الکترون با افزایش عدد اتمی شعاع کاهش می یابد؛ بنابراین یون Na^{+} با داشتن عدد اتمی کوچک‌تر (پروتون کمتر) شعاع یونی بزرگتری دارد. (رد گزینه ۴)

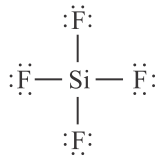
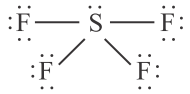
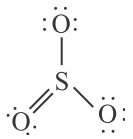
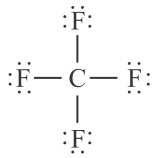
گزینه ۱

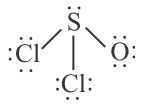
ابتدا ساختار لوویس همه مولکول‌های داده شده را رسم می‌کنیم.

گزینهٔ ۱	CS_2		خطی و ناقطبی
گزینهٔ ۲	N_2O		خطی و قطبی
گزینهٔ ۳	NO_2		خمیده و قطبی
گزینهٔ ۴	$HClO$		خمیده و قطبی

۲۲ گزینه ۲

باید ساختار لوییس همه گونه‌های داده شده را رسم کنیم:

گزینه	ساختار لوییس	قطبیت	تعداد جفت الکترون‌های پیوندی
۱		ناقطبی	۴
۱		قطبی	۴
۲		ناقطبی	۴
۲		ناقطبی	۴

۳	$H-C\equiv N:$	قطبی	۴
۳		قطبی	۳
۴	$:\ddot{O}=C=\ddot{O}:$	ناقطبی	۴
۴	$H-C\equiv C-H$	ناقطبی	۵

۲۳ گزینه ۱

نکته:

۱- هرچه مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه بیشتر است.

۲- اگر مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون در دو ترکیب برابر باشد، ترکیبی که شعاع آنیون و کاتیون در آن کوچک‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکه بیشتری دارد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه‌های ۱ و ۳: مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون در Fe_2O_3 از همه بیشتر (برابر ۵) و در $FeCl_2$ از همه کمتر است (برابر ۳).

$$\underset{(Fe^{3+},O^{2-})}{\underset{\downarrow}{Fe_2O_3}} > \underset{(Fe^{2+},O^{2-})}{\underset{\downarrow}{FeO}} > \underset{(Fe^{2+},Cl^{-})}{\underset{\downarrow}{FeCl_2}}$$

گزینهٔ ۲: مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون در Al_2O_3 نسبت به AlF_3 بیشتر است؛ بنابراین آنتالپی فروپاشی شبکه بیشتری نسبت به آن دارد. مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون در AlF_3 و MgO برابر است. اما شعاع یونی Al^{3+} از Mg^{2+} و F^- از O^{2-} کوچک‌تر است. بنابراین آنتالپی فروپاشی شبکه AlF_3 از MgO بیشتر خواهد بود.

$$\underset{(Al^{3+},O^{2-})}{\underset{\downarrow}{Al_2O_3}} > \underset{(Al^{3+},F^{-})}{\underset{\downarrow}{AlF_3}} > \underset{(Mg^{2+},O^{2-})}{\underset{\downarrow}{MgO}}$$

گزینهٔ ۴: مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون در MgO از MgF_2 بیشتر است؛ بنابراین آنتالپی فروپاشی شبکه بیشتری نسبت به آن دارد. مجموع قدرمطلق بار کاتیون و آنیون در MgF_2 و Na_2O برابر است. اما شعاع یونی Mg^{2+} از Na^+ و F^- از O^{2-} کوچک‌تر است. بنابراین آنتالپی فروپاشی شبکه MgF_2 از Na_2O بیشتر خواهد بود.

$$\underset{(mg^{2+},O^{2-})}{\underset{\downarrow}{MgO}} > \underset{(Mg^{2+},F^{-})}{\underset{\downarrow}{MgF_2}} > \underset{(Na^{+},O^{2-})}{\underset{\downarrow}{Na_2O}}$$

۲۴ گزینه ۴

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: اگرچه بسیاری از ترکیب‌های یونی در حلال قطبی‌مانند آب حل می‌شوند. اما برخی از آن‌ها به دلیل شبکهٔ بلوری پایدار، در آب نامحلول هستند مانند: $AgCl$، $BaSO_4$ و...

گزینهٔ ۲: برای رسانایی الکتریکی وجود دو شرط لازم است. اولاً داشتن ذره‌های باردار (یون)، ثانیاً امکان حرکت آزادانهٔ این ذره‌ها. جامدات یونی فقط در حالت محلول یا مذاب قادرند به طور آزادانه حرکت کرده و جریان برق را منتقل کنند، در غیر این صورت، رسانا نیستند.

گزینهٔ ۳: انرژی شبکهٔ بلور با بار یون‌ها رابطهٔ مستقیم و با شعاع یون‌ها رابطهٔ وارونه دارد. پس افزایش انرژی شبکهٔ بلور ناشی از افزایش بار و کاهش شعاع یون‌ها است.

گزینهٔ ۴: در ترکیب‌های یونی، شبکهٔ بلور، حاصل چیدمان سه بعدی ذره‌های سازندهٔ جسم (یون‌های مثبت و منفی) در فضا است.

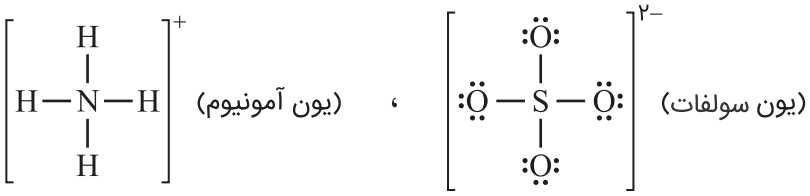
۲۵ گزینه ۲

- عدد اکسایش اتم مرکزی در این دو یون یکسان نیست.

عدد اکسایش N در یون NH_4^+ : $x_1 + 4 = +1 \Rightarrow x_1 = -3$

عدد اکسایش S در یون SO_4^{2-} : $x_2 - 8 = -2 \Rightarrow x_2 = +6$

- شمار جفت الکترون‌های پیوندی در هر دو یون برابر ۴ جفت بوده و یکسان هستند.



- هر دو یون متقارن بوده و شکل هندسی یکسان دارند.
- شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی در SO_4^{2-} برابر ۱۲ جفت است درصورتی‌که NH_4^+ جفت‌الکترون ناپیوندی ندارد.

۲۶ گزینه ۳

هر دو مولکول خطی بوده و گشتاور دو قطبی برابر صفر دارند. (ناقطبی هستند)

$\overset{\delta-}{O}=\overset{2\delta+}{C}=\overset{\delta-}{O}$ $\qquad$ $\overset{\delta-}{S}=\overset{2\delta+}{C}=\overset{\delta-}{S}$

عدد اکسایش کربن در هر دو ترکیب برابر ۴+ است.

نیروهای بین‌مولکولی در CS_2 قوی‌تر از CO_2 است زیرا جرم مولی بیشتر دارد.

۲۷ گزینه ۴

عنصر موردنظر تیتانیم ($_{22}Ti$) است. نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت استنت برای رگ‌ها، سازهٔ فلزی در ارتودنسی و قاب عینک کاربرد دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: تیتانیم دارای چهار الکترون ظرفیتی است. (مجموع الکترون‌های $4s$ و $3d$ الکترون‌های ظرفیتی هستند)

$_{22}Ti : [_{18}Ar]\, 3d^2\ 4s^2$

گزینهٔ ۲: اکسید تیتانیم جزء مواد سازندهٔ خاک رس نیست.

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

۲۸ گزینه ۴

بررسی سایر عبارت‌ها:

الف) سیلیسیم شبه‌فلز و کربن نافلز است.

پ) سیلیسیم دی‌اکسید جامد کووالانسی است که بین تمام اتم‌ها پیوندهای اشتراکی وجود دارد، اما کربن دی‌اکسید ساختار مولکولی داشته و بین مولکول‌ها نیروهای ضعیف واندروالسی وجود دارد.

۲۹ گزینه ۳

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱: شعاع Al^{3+} کمتر از Fe^{3+} است و چگالی بار بیشتری دارد؛ بنابراین انرژی شبکهٔ Al_2O_3 از Fe_2O_3 بیشتر است.

گزینهٔ ۲: شعاع Li^+ از Na^+ کمتر است و چگالی بار بیشتری دارد؛ بنابراین انرژی شبکهٔ LiF از NaF یعنی $926 kJ.mol^{-1}$ بیشتر است.

گزینهٔ ۳: شعاع Mg^{2+} از Ca^{2+} کمتر است بنابراین انرژی شبکهٔ MgO از CaO بیشتر است و همچنین انرژی شبکهٔ CaO از NaF بیشتر است چون بار آنیون و کاتیون آن بیشتر بوده و چگالی بار بیشتری دارند.

گزینهٔ ۴: در فلوئورید فلزهای قلیایی از بالا به پایین انرژی شبکه کاهش می‌یابد زیرا شعاع یون قلیایی بزرگ‌تر می‌شود.

۳۰ گزینه ۴

همهٔ موارد درست هستند.

- عمده‌ترین جزء سازندهٔ خاک رس، سیلیس (SiO_2) یا سیلیسیم دی‌اکسید است.
- SiO_2 و Al_2O_3 که بیشترین درصدها را در خاک رس دارند به ترتیب بی‌رنگ و سفیدرنگ هستند.
- مانند SiO_2 که جامد کووالانسی و Al_2O_3 جامد یونی است.
- در برخی از انواع خاک رس فلزهای باارزشی مانند طلا یافت می‌شود.

۳۱ گزینه ۲

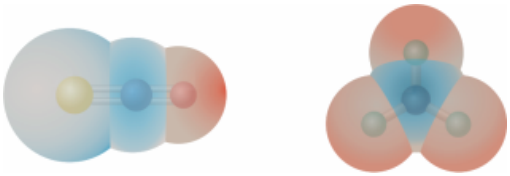
عبارت‌های اول و سوم درست هستند.

بررسی موارد:

- مولکول‌ها در هر سه مورد قطبی هستند. (مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته قطبی هستند) (درست)
- pH محلول یک مولار HCl و HBr که اسیدهای قوی هستند و به‌طور کامل در آب یونش می‌یابند برابر صفر است، اما pH محلول یک مولار HF که اسید ضعیفی است و در آب به‌طور کامل یونیده نمی‌شود بزرگ‌تر از صفر است. (نادرست)
- HF توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را داشته و به همین دلیل نقطهٔ جوش بالاتری از دو ترکیب دیگر دارد. (درست)
- مولکول‌های HCl و HBr قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیستند. (نادرست)

۳۲ گزینه ۲

در کتاب درسی دوازدهم، نقشه پتانسیل مولکول‌های کربن دی‌سولفید و گوگرد تری‌اکسید به‌صورت زیر نمایش داده شده است:



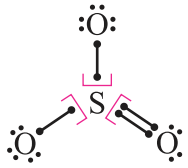
گوگرد تری‌اکسید　　کربونیل سولفید

مطابق شکل کتاب:

۱) مولکول کربونیل سولفید خطی و مولکول گوگرد تری‌اکسید غیرخطی است. (سه‌ضلعی مسطح)

۲) در مولکول کربونیل سولفید توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی به‌طور نامتقارن صورت گرفته است بنابراین این مولکول، قطبی و گشتاور دو قطبی آن بزرگ‌تر از صفر است. در مولکول گوگرد تری‌اکسید توزیع بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی به‌طور متقارن صورت گرفته است بنابراین این مولکول، ناقطبی و گشتاور دو قطبی آن برابر صفر است.

۳) اتم‌های مرکزی در هر دو مولکول خصلت نافلزی کمتری از اتم‌های اطراف خود دارند، پس دارای بار جزئی مثبت هستند ضمناً برای محاسبهٔ عدد اکسایش اتم مرکزی، از ساختار لوویس مولکول‌ها استفاده می‌کنیم:



عدد اکسایش گوگرد = ۶ − ۰ = ۶

الکترون‌های ظرفیتی گوگرد　　الکترون‌های نسبت داده شده به گوگرد در ترکیب

عدد اکسایش کربن = ۴ − ۰ = ۴

الکترون‌های ظرفیتی کربن　　الکترون‌های نسبت داده شده به کربن در ترکیب

۳۳ گزینه ۱

در ساختار گرافن، هر اتم کربن با سه اتم کربن مجاور خود پیوند اشتراکی دارد (یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه). تا اینجا گزینه ۲ و ۴ رد می‌شود.

از طرف دیگر در ساختار سیکلوهگزان، پیوند بین اتم‌های کربن همگی یگانه هستند (سیکلوآلکان‌ها ترکیب‌های سیرشده هستند) درحالی‌که در ساختار بنزن، سه پیوند دوگانه کربن - کربن وجود دارد. (رد گزینه ۳)

بنزن　　سیکلو هگزان

۳۴ گزینه ۴

خصلت نافلزی نیتروژن از هیدروژن بیشتر است و جفت‌الکترون پیوندی بیشتر به‌سمت نیتروژن جذب می‌شود.

۳۵ گزینه ۴

ابتدا معادله‌های شیمیایی را موازنه می‌کنیم:

$$Fe_۲O_۳(s) + ۶HCl(aq) \rightarrow ۲FeCl_۳(aq) + ۳H_۲O(l)$$

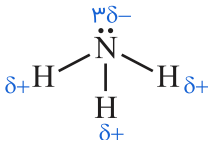
$$FeCl_۳(aq) + ۳NaOH \rightarrow Fe(OH)_۳(s) + ۳NaCl(aq)$$

مطابق فرض سؤال و باتوجه‌به معادله‌های داده‌شده، تمام یون‌های آهن $(Fe^{۳+})$ موجود در سنگ معدنی و درنهایت در ترکیب $Fe(OH)_۳$ به‌صورت رسوب درمی‌آیند؛ بنابراین ابتدا از روی جرم رسوب آهن (III) هیدروکسید، جرم آهن موجود در آن را حساب می‌کنیم. بدیهی است که جرم آهن به‌دست‌آمده با جرم آهن موجود در سنگ معدنی آهن برابر است. اکنون با در اختیار داشتن جرم نمونه سنگ معدن و جرم آهن موجود در آن، درصد جرمی آهن به‌راحتی قابل‌محاسبه است:

$$?g\,Fe^{۳+} = ۵/۳۵\,g\,Fe(OH)_۳ \times \frac{۱\,mol\,Fe(OH)_۳}{۱۰۷\,g\,Fe(OH)_۳} \times \frac{۱\,mol\,Fe^{۳+}}{۱\,mol\,Fe(OH)_۳} \times \frac{۵۶\,g\,Fe^{۳+}}{۱\,mol\,Fe^{۳+}} = ۲/۸\,g\,Fe^{۳+}$$

$$\text{درصد جرمی آهن در سنگ معدن} = \frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم سنگ معدن آهن}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۲/۸}{۲۰} \times ۱۰۰ = \%۱۴$$

توجه: همان‌طور که ملاحظه کردید برای حل این مسئله، موازنه کردن معادله‌های داده‌شده، ضرورت نداشت!

۳۶ گزینه ۱

آمونیاک دارای مولکول‌های قطبی است که گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارد و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. اتم نیتروژن در آمونیاک دارای یک جفت الکترون ناپیوندی است.