پاسخ کنکور ۱۴۰۴ (نوبت دوم) رشتهٔ ریاضی

۱ ۲ با توجه به آرایش الکترونی $_{۳۴}Se$، شمار الکترون‌های موجود در لایهٔ چهارم آن برابر ۶ است:

$$_{۳۴}Se:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}/\underline{۴s^{۲}۴p^{۴}}\Rightarrow n=۴\text{ الکترون دارای }۶$$

شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم $_{۳۱}X$ نیز برابر ۳ است:

$$_{۳۱}X:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}\underline{۴s^{۲}۴p^{۱}}\Rightarrow \text{۳ الکترون ظرفیت}$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱):

$$_{۲۰}A:[_{۱۸}Ar]\,\underline{۴s^{۲}}\Rightarrow \text{۲ الکترون ظرفیت}$$

گزینهٔ (۳):

$$_{۱۴}D:[_{۱۰}Ne]\,\underline{۳s^{۲}۳p^{۲}}\Rightarrow \text{۴ الکترون ظرفیت}$$

گزینهٔ (۴):

$$_{۳۳}M:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}\underline{۴s^{۲}۴p^{۳}}\Rightarrow \text{۵ الکترون ظرفیت}$$

۲ ۴ هنگام بازگشت الکترون از حالت برانگیخته به حالت پایه، هرچه فاصلهٔ میان دو لایهٔ الکترونی که انتقال میان آن‌ها صورت می‌گیرد، بیشتر باشد، پرتوی نشر شده، انرژی بیشتر و طول موج کوتاه‌تری دارد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): کربن و کلر هر دو نافلز هستند و با به اشتراک گذاشتن الکترون (نه مبادلهٔ آن!) و تشکیل ترکیب کربن تتراکلرید $(CCl_۴)$ به آرایش گاز نجیب می‌رسند. گزینهٔ (۲): شمار مول الکترون‌های مبادله‌شده هنگام تشکیل هر مول ترکیب یونی از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید: «زیروند آنیون × بار آنیون» یا «زیروند کاتیون × بار کاتیون»

بـا توجـه بـه نکتهٔ بالا، به عنوان مثال، به هنگام تشـکیل هر مـول از ترکیب‌های یونی $MgF_۲$ و $Na_۲O$، ۲ مول الکترون میان گونه‌ها مبادله می‌شـود، اما بار الکتریکی کاتیون‌ها در این دو ترکیب برابر نیست. $(Na^{+}, Mg^{۲+})$

گزینهٔ (۳): با توجه به این‌که انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسـتهٔ اتم و اختلاف انرژی میان آن‌ها به عدد اتمی وابسـته اسـت، پس در بازگشت الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر در اتم دو عنصر متفاوت، به یقین مقدار انرژی آزاد شده متفاوت است.

۳ ۱ نافلز جامد سفیدرنگ همان فسفر سفید است. آرایش الکترونی اتم $_{۱۵}P$ به‌صورت مقابل است:

$$Y:\ _{۱۵}P=[_{۱۰}Ne]\,۳s^{۲}۳p^{۳}$$

پس شمار الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ $۳d$ در اتم X برابر ۳ بوده و آرایش الکترونی آن به شکل مقابل است:

$$X=[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۳}\underline{۴s^{۲}}$$

همان‌طـور کـه مشـخص اسـت، در بیرونی‌تریـن زیرلایـهٔ اتـم X یعنـی زیرلایـهٔ $۴s$، ۲ الکترون جـای دارد. **بررسـی سـایر گزینه‌ها:** گزینـهٔ (۲): اگـر X، منگنز $(_{۲۵}Mn=[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۵}۴s^{۲})$ باشـد، در زیرلایهٔ $۳d$ آن ۵ الکترون جای دارد و در نتیجه عنصر Y، کلر $(_{۱۷}Cl=[_{۱۰}Ne]\,۳s^{۲}۳p^{۵})$ اسـت که در دمای اتاق به آرامی با گاز $H_۲$ واکنش می‌دهد. گزینهٔ (۳): اگر Y فسفر $(_{۱۵}P=[_{۱۰}Ne]\,۳s^{۲}۳p^{۳})$ باشد، در زیرلایهٔ $۳p$ آن، ۳ الکترون جای دارد و در نتیجه عنصر X، وانادیم $(_{۲۳}V=[_{۱۸}Ar]۳d^{۳}۴s^{۲})$ اسـت که در ترکیب‌های خود دارای عددهای اکسـایش ۲+، ۳+، ۴+ و ۵+ اسـت. گزینهٔ (۴): اگر Y گاز نجیب باشـد، در زیرلایهٔ $۳p$ آن، ۶ الکترون جای داشته و در نتیجه عنصر X، آهن $(_{۲۶}Fe:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۶}۴s^{۲})$ است که در لایهٔ سوم خود ۱۴ الکترون دارد.

۴ ۳ قسمت اول: شمار اتم‌ها در ۰/۲ مول گاز آمونیاک برابر است با:

$$?\,mol\,atom=۰/۲mol\,NH_۳\times\frac{۴mol\,atom}{۱mol\,NH_۳}\times\frac{N_A\ atom}{۱mol\,atom}=۰/۸N_A$$

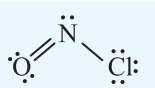
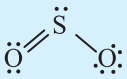
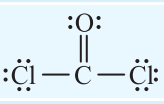
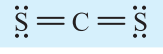
پس شمار مولکول‌ها در x گرم $CH_۴$ نیز برابر $۰/۸N_A$ است:

$$?\,g\,CH_۴=۰/۸N_A\ \text{مولکول}\times\frac{۱mol\,CH_۴}{N_A\ CH_۴\ \text{مولکول}}\times\frac{۱۶g\,CH_۴}{۱mol\,CH_۴}=۱۲/۸\,g\,CH_۴$$

قسمت دوم: شمار مول‌های $NH_۳$ و $CH_۴$ در این مخلوط به‌ترتیب برابر با ۰/۲ و ۰/۸ است، بنابراین حجم مخلوط در شرایط STP برابر است با:

$$?\,L\ \text{گاز}=(۰/۲+۰/۸)\,mol\ \text{گاز}\times\frac{۲۲/۴L\ \text{گاز}}{۱mol\ \text{گاز}}=۲۲/۴L\ \text{گاز}$$

۵ ۱ با توجه به ساختار لوویس گونه‌ها و اطلاعات جدول زیر، در ترکیب‌های گزینهٔ (۱)، نسبت شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی به شمار پیوندهای دوگانه برابر ۶ است:

ساختار لوویس	شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی	شمار پیوندهای دوگانه
	۶	۱
	۶	۱
	۸	۱
	۴	۲

۶ ۴ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به شکل روبه‌رو است: $C_6H_{12}O_6(aq)+6O_2(g)\rightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(g)$

ابتدا مقدار CO_2 تولیدی توسط این فرد در یک شبانه‌روز را محاسبه می‌کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,CO_2=450\,C_6H_{12}O_6\times\frac{1\,mol\,C_6H_{12}O_6}{180\,g\,C_6H_{12}O_6}\times\frac{6\,mol\,CO_2}{1\,mol\,C_6H_{12}O_6}\times\frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}=15\times44\,g\,CO_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } C_6H_{12}O_6}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم } CO_2}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{450}{1\times180}=\frac{x}{6\times44}\Rightarrow x=15\times44\,g\,CO_2$$

اکنون می‌توان شمار درخت مورد نیاز را محاسبه کرد:

$$\text{شمار درخت}=\frac{\text{جرم } CO_2 \text{ تولیدی در یک سال}}{\text{جرم } CO_2 \text{ مصرفی توسط هر درخت}}=\frac{365\times(15\times44)g}{22\times10^3\,g}=10/95$$

پس به ۱۱ درخت نیاز است.

۷ ۱ ابتدا باید مقدار انحلال‌پذیری Li_2SO_4 را در دماهای $0^\circ C$ و $100^\circ C$ محاسبه کنیم:

$$S_1=100\,g\,\text{آب}\times\frac{7\,g\,Li_2SO_4}{20\,g\,\text{آب}}=35\,g\,Li_2SO_4$$

$0^\circ C$: جرم آب = جرم محلول − جرم حل‌شونده $=27-7=20\,g$

$$S_2=100\,g\,\text{آب}\times\frac{8\,g\,Li_2SO_4}{40\,g\,\text{آب}}=20\,g\,Li_2SO_4$$

$100^\circ C$: جرم آب = جرم محلول − جرم حل‌شونده $=48-8=40\,g$

پس معادلهٔ انحلال‌پذیری این نمک برحسب دما به‌صورت مقابل است:

$$S-S_1=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}(\theta-\theta_1)\Rightarrow S-35=\frac{20-35}{100-0}(\theta-0)\Rightarrow S=-0/15\theta+35$$

۸ ۳ عبارت‌های (ج) و (د) درست هستند. با توجه به شکل، به محلول غلیظ فشار اعمال می‌شود و این یعنی فرایند انجام‌شده، اسمز معکوس است. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت‌های (الف) و (ب): غشای نیمه‌تراوا فقط به مولکول‌های آب اجازهٔ عبور می‌دهد، پس هیچ‌یک از یون‌های Na^+ و Cl^- جابه‌جا نشده و شمار یون‌ها در ستون (۱) تغییری نمی‌کند. عبارت (ج): با اعمال فشار، مولکول‌های آب از محلول غلیظ (محلول $NaCl$) به محلول رقیق (آب مقطر) با گذر از غشای نیمه‌تراوا مهاجرت می‌کنند، پس به دلیل کاهش حجم حلال در ستون (۱)، محلول (۱) غلیظ‌تر شده و مقدار آب نیز در ستون (۲) افزایش می‌یابد. عبارت (د): با برداشتن غشای نیمه‌تراوا، محلول‌های (۱) و (۲) با یکدیگر مخلوط می‌شوند؛ با توجه به این‌که حجم محلول دو برابر شده، پس غلظت مولی نمک در محلول جدید نصف مقدار اولیهٔ آن یعنی $0/05\,mol.L^{-1}$ $(\frac{0/1}{2})$ است.

۹ ۴ با توجه به اطلاعات سؤال، مادهٔ مورد نظر باید محلول در حلال استفاده شده باشد تا با افزایش دما، مقدار ته‌نشین شدهٔ آن نیز حل شود. پس با توجه به این‌که $MgSO_4$ محلول در آب است می‌تواند مادهٔ مورد نظر باشد، اما قطعاً این فرایند انحلال نمی‌تواند مربوط به $BaSO_4$ که در آب نامحلول بوده و تشکیل رسوب می‌دهد، باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): I_2 یک مولکول ناقطبی است که در حلال قطبی آب نامحلول است. گزینهٔ (۲): در حالت اولیه محلول سیرشده است و مقدار اضافی حل‌شونده ته‌نشین شده است. گزینهٔ (۳): $Ca_3(PO_4)_2$ در آب نامحلول بوده و تشکیل رسوب می‌دهد، پس این فرایند نمی‌تواند مربوط به انحلال $Ca_3(PO_4)_2$ در آب باشد، اما می‌تواند مربوط به انحلال نمک محلول KNO_3 در آب باشد که انحلال‌پذیری آن در آب نیز گرماگیر بوده و با افزایش دما، افزایش می‌یابد.

۱۰ ۱ قسمت اول: با کاهش غلظت محلول ۱ مولار $NaOH$ به میزان ۲۰ درصد، غلظت آن به ۰/۸ مولار می‌رسد؛ با توجه به این‌که شمار مول‌های حل‌شونده ثابت است، می‌توان از رابطهٔ مربوط به رقیق کردن محلول‌ها استفاده کرد:

$$M_1\times V_1=M_2\times V_2\Rightarrow 1\times500=0/8\times V_2\Rightarrow V_2=625\,mL$$

$$\text{حجم آب مقطر}=V_2-V_1=625-500=125\,mL$$

قسمت دوم: ابتدا غلظت محلول را در هر دو حالت برحسب گرم بر لیتر محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت اولیه}=1\,mol.L^{-1}\times\frac{40\,g\,NaOH}{1\,mol\,NaOH}=40\,g.L^{-1}$$

$$\text{غلظت نهایی}=0/8\,mol.L^{-1}\times\frac{40\,g\,NaOH}{1\,mol\,NaOH}=32\,g.L^{-1}$$

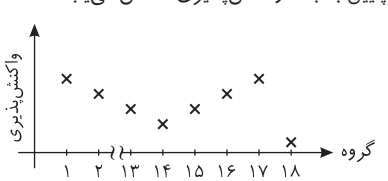
پس درصد کاهش غلظت برابر است با:

$$\text{درصد کاهش غلظت}=\frac{\text{مقدار کاهش غلظت}}{\text{غلظت اولیه}}\times100=\frac{(40-32)}{40}\times100=\%20$$

۱۱ ۳ در هر گروه از جدول تناوبی، از بالا به پایین و با افزایش شعاع اتمی، تمایل به جذب الکترون یا همان خاصیت نافلزی کاهش می‌یابد. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): در هر دوره، از راست به چپ و با کاهش عدد اتمی، شعاع اتمی عنصرها همانند خصلت فلزی (میل به از دست دادن الکترون) افزایش می‌یابد. گزینهٔ (۲): در هر گروه، از پایین به بالا و با کاهش عدد اتمی، خصلت نافلزی (میل به دریافت الکترون) افزایش می‌یابد اما دقت کنید که نمی‌توان در مورد واکنش‌پذیری اظهارنظر کرد؛ زیرا روند آن در گروه‌های فلزی و نافلزی متفاوت است؛ در گروه عنصرهای فلزی برخلاف عنصرهای نافلزی، از پایین به بالا، واکنش‌پذیری کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۴): در هر دوره از راست به چپ و با افزایش شعاع اتمی، شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها کاهش می‌یابد، در حالی‌که واکنش‌پذیری روند ثابتی ندارد. به عنوان مثال نمودار روبه‌رو واکنش‌پذیری عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی را برحسب شمارهٔ گروه آن‌ها نشان می‌دهد:



۱۲ **۲** معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت مقابل است:

$$2HNO_3(aq)+3H_2S(g)\rightarrow 3S(s)+2NO(g)+4H_2O(l)$$

با توجه به اطلاعات سؤال، حجم گاز NO تولیدی برابر است با:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,NO=10/2\,g\,H_2S\times\frac{1\,mol\,H_2S}{34\,g\,H_2S}\times\frac{2\,mol\,NO}{3\,mol\,H_2S}\times\frac{24\,L\,NO}{1\,mol\,NO}\times\underbrace{\frac{75}{100}}_{\text{بازده}}=3/6\,L$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{H_2S\,\text{جرم}\times\frac{R}{100}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{لیتر گاز }NO}{\text{حجم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{10/2\times\frac{75}{100}}{3\times34}=\frac{V\,L\,NO}{2\times24}\Rightarrow V=3/6\,L\,NO$$

۱۳ **۳** با توجه به فرمول عمومی آلکان‌ها که به‌صورت C_nH_{2n+2} است و جرم مولی آلکان موردنظر، ابتدا فرمول مولکولی آن را به‌دست می‌آوریم:

$$14n+2=114\Rightarrow n=8\Rightarrow \text{آلکان موردنظر}: C_8H_{18}$$

۵ فرمول ساختاری متفاوت به شکل زیر می‌توان برای این آلکان رسم کرد که در آن شمار گروه‌های CH_3 دو برابر CH_2 باشد:

۱) $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$

۲) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

۳) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

۴) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

۵) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$ و CH_3 متصل به CH_2

متأسفانه کلید سازمان سنجش گزینهٔ (۲) بوده و احتمالاً طراح محترم یکی از ساختارها را در نظر نگرفته است.

۱۴ **۴** با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$\begin{cases}C_M=2C_X\\ m_M=m_X=m\end{cases}$$

نسبت ظرفیت گرمایی $(C=mc)$ به ظرفیت گرمایی ویژه (c) برابر جرم ماده است؛ پس با توجه به داده‌های سؤال، این نسبت در هر دو مایع M و X برابر است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): اگر Q داده شده به هر دو مایع برابر باشد، داریم:

$$Q_M=Q_x\Rightarrow(mc\Delta\theta)_M=(mc\Delta\theta)_X\Rightarrow 2c_X\times\Delta\theta_M=c_X\times\Delta\theta_X\Rightarrow 2\Delta\theta_M=\Delta\theta_X\Rightarrow\Delta\theta_M=\frac{\Delta\theta_X}{2}$$

پس تغییر دمای M، نصف تغییر دمای X است. گزینهٔ (۲): اگر $\Delta\theta_X=4\Delta\theta_M$ باشد، داریم:

$$Q_M=mc_M\Delta\theta_M=m\times 2c_X\times\frac{\Delta\theta_X}{4}=\frac{m\times c_X\times\Delta\theta_X}{2}=\frac{Q_X}{2}$$

پس گرمای داده شده به M، نصف گرمای داده شده به X است.

گزینهٔ (۳): با فرض این‌که دمای اولیهٔ دو مایع برابر باشد، می‌توان نتیجه گرفت که $\Delta\theta_M=\Delta\theta_X$ است؛ پس داریم:

$$\frac{Q_M}{Q_X}=\frac{mc_M\Delta\theta_M}{mc_X\Delta\theta_X}=\frac{2c_X}{c_X}=2$$

۱۵ **۳** ابتدا با توجه به واکنش‌های داده شده و به کمک قانون هس، مقدار آنتالپی واکنش مورد نظر را محاسبه می‌کنیم، برای این کار باید معادلهٔ واکنش‌های (I)، (II) و (III) را به‌ترتیب در ۲، ۳ و ۲ ضرب کنیم:

$$I)\ 2C_2H_6+2O_2\rightarrow 6H_2+4CO \qquad \Delta H'_1=2\times-137=-274\,kJ$$

$$II)\ 6H_2+3O_2\rightarrow 6H_2O \qquad \Delta H'_2=3\times-578=-1734\,kJ$$

$$III)\ 4CO+2O_2\rightarrow 4CO_2 \qquad \Delta H'_3=2\times-566=-1132\,kJ$$

$$2C_2H_6+7O_2\rightarrow 4CO_2 \qquad \Delta H=\Delta H'_1+\Delta H'_2+\Delta H'_3=-3140\,kJ$$

اکنون می‌توان گرمای آزادشده به ازای مصرف ۳ گرم اتان در این واکنش را محاسبه کرد:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,kJ=3\,g\,C_2H_6\times\frac{1\,mol\,C_2H_6}{30\,g\,C_2H_6}\times\frac{3140\,kJ}{2\,mol\,C_2H_6}=157\,kJ$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{C_2H_6\,\text{جرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{Q}{|\Delta H|}\Rightarrow\frac{3}{2\times30}=\frac{Q}{3140}\Rightarrow Q=157\,kJ$$

۱۶ **۲** معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت مقابل است:

$$2NO_2(g)+7H_2(g)\rightarrow 2NH_3(g)+4H_2O(g)$$

مقدار مول H_2 مصرفی برابر است با:

$$?\,mol\,H_2=11/2\,L\,H_2\times\frac{1\,mol\,H_2}{22/4\,L\,H_2}=0/5\,mol\,H_2$$

پس سرعت متوسط مصرف گاز H_2 برابر است با:

$$\bar{R}(H_2)=\frac{-\Delta n(H_2)}{\Delta t}=\frac{0/5}{0/5}=1\,mol.\,min^{-1}$$

با توجه به ضریب‌های استوکیومتری مواد در معادلهٔ واکنش، $\bar{R}_{(H_2O)}$ برابر است با:

$$\frac{\bar{R}(H_2)}{7}=\frac{\bar{R}(H_2O)}{4}\Rightarrow\bar{R}(H_2O)=\frac{4}{7}\times\bar{R}(H_2)=\frac{4}{7}\times(1)=\frac{4}{7}\,mol.\,min^{-1}$$

پس مدت زمان لازم برابر است با:

$$\bar{R}(H_2O)=\frac{\Delta n(H_2O)}{\Delta t}\Rightarrow\Delta t=\frac{\Delta n(H_2O)}{\bar{R}H_2O}=\frac{0/4}{\frac{4}{7}}=0/7\,min=42s$$

۱۷ **۳** ابتدا آنتالپی سوختن متانول را که به ازای یک مول از آن به‌دست می‌آید، محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{سوختن}}(CH_3OH)=1\,mol\,CH_3OH\times\frac{-144kJ}{0/2mol\,CH_3OH}=-720kJ$$

پس آنتالپی سوختن پروپین برابر است با:

$$\Delta H_{\text{سوختن}}(C_3H_4)=2/7\times\Delta H_{\text{سوختن}}(CH_3OH)=2/7\times(-720)=-1944kJ.mol^{-1}$$

نکته ★ با توجه به قانون هس و با داشتن آنتالپی سوختن مواد شرکت‌کننده در واکنش، می‌توان از رابطهٔ زیر برای تعیین ΔH یک واکنش استفاده کرد:

ΔH (واکنش) = [مجموع آنتالپی سوختن مواد فراورده] − [مجموع آنتالپی سوختن مواد واکنش‌دهنده]

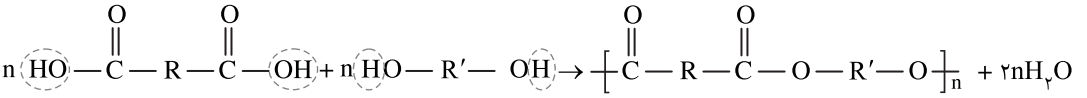
پس داریم:

$$-282=[(-1944)+2(-286)]-[\Delta H_{\text{سوختن}}(C_3H_8)]\Rightarrow\Delta H_{\text{سوختن}}(C_3H_8)=-2234kJ.mol^{-1}$$

۱۸ **۳** می‌دانیم که مولکول‌های اتن در ساختار پلی‌اتن می‌توانند پشت سر هم به یکدیگر متصل شده و زنجیرهای بلند و بدون شاخه ایجاد کنند (پلی‌اتن سنگین) و یا مولکول‌های اتن می‌توانند از کناره‌ها به یکدیگر افزوده شده و زنجیرهای شاخه‌دار تولید کنند (پلی‌اتن سبک)؛ در شرایط معین چگالی پلی‌اتن سنگین از چگالی پلی‌اتن سبک بیشتر است اما چگالی هر دو کمتر از چگالی آب $(1\,g.cm^{-3})$ بوده و در نتیجه هر دو بر روی آب شناور می‌مانند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): این عبارت فقط در مورد پلیمرهای افزایشی مانند پلی‌اتن، پلی‌پروپن و ... درست است، در حالی که در پلی‌استرها و پلی‌آمیدها این‌گونه نیست.

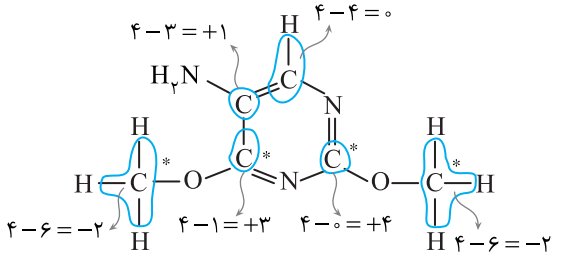
در واکنش تولید پلی‌آمیدها و پلی‌استرها، علاوه بر پلیمر، H_2O نیز تولید می‌شود، پس جرم مولی واحد تکرارشونده از جرم مولی مونومر کمتر است.

گزینهٔ (۲): برای برخی پلیمرها مانند پلی‌اتن، $+C_2H_4+_n$، این عبارت درست است؛ اما در پلیمرهایی مانند پلی‌استیرن، $+CH_2-CH(C_6H_5)+_n$، مونومر و پلیمر حاصل هر دو سیرنشده هستند. گزینهٔ (۴): الزاماً این‌طور نیست، به عنوان مثال در تشکیل پلی‌استرها، اتم اکسیژن موجود در ساختار مونومر اسیدی، حذف می‌شود. به واکنش کلی تشکیل پلی‌استر که در ادامه آورده شده است، توجه کنید:



۱۹ **۴** با توجه به ساختار ترکیب، ۳ اتم کربن در آن دارای عدد اکسایش مثبت بوده و ۲ اتم کربن عدد اکسایش منفی دارند که تفاوت شمار آن‌ها برابر یک است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): ترکیب مورد نظر گروه عاملی آمیدی $+C(=O)-N<$ ندارد و دارای ۳ گروه عاملی آمینی و ۲ گروه اتری است. گزینهٔ (۲): این ترکیب در کل دارای ۶ اتم کربن است که ۴ اتم کربن آن (که با علامت * مشخص شده‌اند) با اتم اکسیژن پیوند دارند؛ پس به تقریب ۶۶ ٪ $(\frac{4}{6}\times100)$ از اتم‌های کربن آن با اکسیژن پیوند دارند.



گزینهٔ (۳): با توجه به ساختار ترکیب، شمار پیوندهای یگانه و شمار اتم‌های نیتروژن در آن به‌ترتیب برابر با ۱۷ و ۳ است. $(\frac{17}{3}\neq5)$

۲۰ **۲** با توجه به اطلاعات داده شده، مولاریتهٔ اولیهٔ محلول اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$K_{a_1}=\frac{M_1\alpha_1^2}{1-\alpha_1}\Rightarrow10^{-3}=\frac{M_1(0/1)^2}{1-0/1}\Rightarrow M_1=0/09mol.L^{-1}$$

K_a تنها به دما وابسته است و با تغییر غلظت محلول، تغییر نمی‌کند. اکنون مولاریتهٔ اسید را در شرایطی که $\alpha=0/2$ است، محاسبه می‌کنیم:

$$K_{a_2}=\frac{M_2\alpha_2^2}{1-\alpha_2}\Rightarrow10^{-3}=\frac{M_2(0/2)^2}{1-0/2}\Rightarrow M_2=0/02mol.L^{-1}$$

با اضافه کردن آب به محلول اسید، شمار مول‌های اسید ثابت باقی مانده و می‌توان از رابطهٔ مربوط به رقیق کردن محلول‌ها برای محاسبهٔ حجم نهایی محلول استفاده کرد:

$$M_1V_1=M_2V_2 \Rightarrow ۰/۰۹\times۲۵۰=۰/۰۲\times V_2 \Rightarrow V_2=۱۱۲۵\,mL$$

پس حجم آب اضافه شده برابر است با:

$$\text{حجم آب مقطر اضافه شده}=V_2-V_1=۱۱۲۵-۲۵۰=۸۷۵\,mL$$

۲۱ **۱** با توجه به این‌که محلول نهایی اسیدی است، پس نتیجه می‌گیریم که HCl به طور کامل مصرف نشده؛ در حالی که فلز Ca به طور کامل واکنش داده است، پس محاسبات استوکیومتری بر مبنای مقدار فلز Ca انجام می‌شود.

قسمت اول: ابتدا با توجه به مقدار pH، غلظت یون H^+ باقی‌مانده در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$pH=۱/۷ \Rightarrow [H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۱/۷}=۱۰^{-۲+۰/۳}=۱۰^{-۲}\times۱۰^{۰/۳}=۲\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

اکنون با توجه به جرم Ca مصرفی، مقدار HCl مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$Ca(s)+۲HCl(aq)\rightarrow CaCl_۲(aq)+H_۲(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\,HCl_{\text{مصرفی}}=۱/۲g\,Ca\times\frac{۱\,mol\,Ca}{۴۰g\,Ca}\times\frac{۲mol\,HCl}{۱\,mol\,Ca}=۰/۰۶mol\,HCl$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول HCl مصرفی}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم Ca}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x\,mol\,HCl}{۲}=\frac{۱/۲}{۱\times۴۰} \Rightarrow x=۰/۰۶mol\,HCl$$

پس غلظت HCl مصرفی برابر است با:

$$\text{غلظت HCl}_{\text{مصرفی}}=\frac{n(mol)}{V(L)}=\frac{۰/۰۶}{۲}=۰/۰۳mol.L^{-۱}$$

پس غلظت اولیهٔ HCl شرکت‌کننده در واکنش برابر با $۰/۰۵mol.L^{-۱}$ $(۰/۰۲+۰/۰۳)$ بوده است؛ دقت کنید که Cl^- در این واکنش یون ناظر است، یعنی در واکنش تولید یا مصرف نمی‌شود، پس غلظت آن ثابت بوده و برابر با غلظت اولیهٔ HCl، یعنی همان $۰/۰۵mol.L^{-۱}$ است.

قسمت دوم: با توجه به جرم Ca مصرفی، جرم $H_۲$ تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

روش اول (تبدیل):

$$?\,g\,H_۲=۱/۲g\,Ca\times\frac{۱\,mol\,Ca}{۴۰g\,Ca}\times\frac{۱\,mol\,H_۲}{۱\,mol\,Ca}\times\frac{۲g\,H_۲}{۱\,mol\,H_۲}=۰/۰۶g\,H_۲$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم Ca}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم }H_۲}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱/۲}{۱\times۴۰}=\frac{x}{۲} \Rightarrow \frac{x}{۱/۲} \Rightarrow x=۰/۰۶g\,H_۲$$

۲۲ **۱** در واکنش میان محلول‌های HCl و $NaOH$، یون‌های H^+ اسید و یون‌های OH^- باز، مطابق معادلهٔ واکنش خنثی شدن، با یکدیگر واکنش می‌دهند؛ در حالی که یون‌های Na^+ و Cl^- ناظر بوده و در واکنش شرکت نمی‌کنند.

$$H^+(aq)+OH^-(aq)\rightarrow H_۲O(l)$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۲): خاصیت اسیدی محلول‌ها علاوه بر قدرت اسیدی $(K_a\,,\alpha)$ به غلظت اولیهٔ (M) آن‌ها نیز وابسته است و بدون دانستن غلظت اولیهٔ دو اسید نمی‌توان در مورد pH آن‌ها اظهار نظر کرد.

در محلول اسیدها، $[H^+]$ از رابطهٔ $[H^+]=M\alpha$ به‌دست می‌آید، پس بدون داشتن مولاریتهٔ دو اسید (M)، نمی‌توان در مورد $[H^+]$ و یا pH محلول آن‌ها اظهار نظر کرد.

گزینهٔ (۳): وقتی pH محلول DOH بزرگ‌تر از محلول AOH است، پس محلول DOH خاصیت بازی بیشتری دارد و غلظت OH^- در آن بیشتر است. گزینهٔ (۴): هرچه K_b یک باز، بزرگ‌تر باشد، باز قوی‌تر است اما در مورد این‌که، تعادل آن زمان کوتاه‌تر برقرار می‌شود، نمی‌توان اظهار نظر کرد؛ زیرا زمان برقراری تعادل به سینتیک واکنش مربوط است و همچنین نمی‌توان گفت هرچه K_b برای یک باز بزرگ‌تر باشد، شمار یون‌ها در محلول آن بیشتر است، زیرا شمار یون‌های موجود در محلول، افزون بر K_b به حجم و غلظت اولیهٔ محلول باز نیز بستگی دارد.

۲۳ **۱** ابتدا با توجه به اطلاعات سؤال، مقدار E° نیم‌واکنش‌ها را تعیین کنیم:

- در هر سلول گالوانی، کاتیون‌ها به سمت نیم‌سلول کاتدی مهاجرت می‌کنند، پس در این سلول، نیم‌سلول Y کاتد بوده و چون E° نیم‌سلول استاندارد هیدروژن برابر صفر است، مقدار $E^\circ(Y^{۲+}/Y)$ باید عددی مثبت باشد، پس:

$$Y^{۲+}+۲e^-\rightarrow Y \qquad E^\circ=+۰/۳۴V$$

- با توجه به این‌که محلول $XCl_۲$ با فلز Y واکنش نمی‌دهد، پس قدرت کاهندگی فلز Y از فلز X کمتر بوده و در نتیجه مقدار $E^\circ(X^{۲+}/X)$ باید منفی‌تر از $۰/۳۴V$ باشد؛ پس:

$$X^{۲+}+۲e^-\rightarrow X \qquad E^\circ=-۰/۴V$$

اکنون می‌توان دریافت که در سلول گالوانی حاصل، نیم‌سلول Y و نیم‌سلول X به‌ترتیب نقش کاتد و آند را دارند و emf این سلول برابر است با:

$$emf=E^\circ(\text{کاتد})-E^\circ(\text{آند})=E^\circ(Y^{۲+}/Y)-E^\circ(X^{۲+}/X)=۰/۳۴-(-۰/۴)=۰/۷۴V$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۲): با توجه به معادلهٔ کلی واکنش $Y^{۲+}+X\rightarrow Y+X^{۲+}$، شمار الکترون‌های مبادله‌شده در این واکنش برابر ۲ مول است و از طرفی گونهٔ کاهنده، X است. گزینهٔ (۳): جهت جریان الکتریکی از نیم‌سلول آندی (X) (آند) به نیم‌سلول کاتدی (Y) است. گزینهٔ (۴): با توجه به این‌که $E^\circ(Y^{۲+}/Y)$ مثبت‌تر از $E^\circ(X^{۲+}/X)$ است، پس قدرت اکسندگی $Y^{۲+}$ بیشتر از $X^{۲+}$ است.

۲۴ **۴** در واکنش سوختن فلز منیزیم که به‌صورت زیر است، فلز Mg با از دست دادن ۲ الکترون به یون Mg^{2+} تبدیل شده و اکسایش می‌یابد، پس گونهٔ کاهنده است.

$$2Mg(s)+O_2(g)\rightarrow 2MgO(s)$$

۲۵ **۴**

نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی انجام‌شده در سلول برقکافت آب و سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن» به‌صورت زیر است:

- سلول برقکافت

$2H_2O(l)+2e^-\rightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$:نیم‌واکنش کاهش (کاتدی) $2H_2O(l)\rightarrow O_2(g)+4H^+(aq)+4e^-$:نیم‌واکنش اکسایش (آندی)

- سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»

$O_2(g)+4H^+(aq)+4e^-\rightarrow 2H_2O(l)$:نیم‌واکنش کاهش (کاتدی) $H_2(g)\rightarrow 2H^+(aq)+2e^-$:نیم‌واکنش اکسایش (آندی)

با توجه به نیم‌واکنش‌ها، شمار مول الکترون مبادله‌شده در نیم‌واکنش آندی برقکافت آب و نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی با یکدیگر مساوی و برابر ۴ است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): در کاتد برقکافت آب، گاز H_2 و در کاتد سلول سوختی، بخار آب تشکیل می‌شود. گزینهٔ (۲): جهت جریان در هر دو سلول از آند به کاتد است؛ اما توجه داشته باشید که در سلول سوختی که نوعی سلول گالوانی است، آند، قطب منفی و کاتد قطب مثبت سلول را تشکیل می‌دهد. گزینهٔ (۳): از واکنش گاز O_2 (فراوردهٔ نیم‌واکنش آندی سلول برقکافت) و گاز H_2 (گاز ورودی به آند سلول سوختی)، آب تشکیل می‌شود.

۲۶ **۲** گرافیت یک جامد کووالانسی است که چگالی آن $(2/27g.cm^{-3})$ بیشتر از چگالی آب $(1g.cm^{-3})$ است و در نتیجه در آب فرو می‌رود. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): گرافن تک لایه‌ای از گرافیت بوده و ضخامت آن به اندازهٔ یک اتم کربن (۲ برابر شعاع اتم کربن) است. گزینهٔ (۳): گرافیت نمونه‌ای از یک جامد کووالانسی دوبعدی است که پیوندهای اشتراکی آن در یک صفحه قرار دارند. گزینهٔ (۴): سیلیسیم خالص (Si) یک جامد کووالانسی است که در آن اتم‌های Si با پیوندهای اشتراکی در ۳ بعد به یکدیگر متصل شده‌اند.

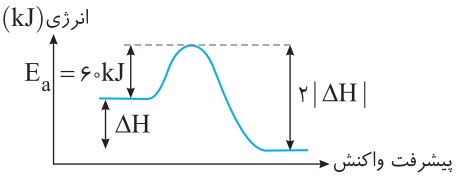
۲۷ **۱** اگر در مولکول کربونیل سولفید (SCO)، به‌جای اتم گوگرد، اتم اکسیژن قرار گیرد، مولکول کربن دی‌اکسید (CO_2) به‌دست می‌آید.

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

مولکول کربونیل سولفید، قطبی است و گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارد، در حالی که CO_2 ناقطبی است و گشتاور دوقطبی آن برابر صفر است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): با توجه به این‌که خاصیت نافلزی اتم کربن از اتم اکسیژن کمتر است، بار جزئی اتم مرکزی (C) در هر دو ترکیب مثبت است. گزینهٔ (۳): هر دو ترکیب در ساختار خود، ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی دارند. گزینهٔ (۴): در اثر این تغییر، قدرت نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی کاهش می‌یابد؛ زیرا مولکول SCO برخلاف CO_2 قطبی است و افزون بر این، SCO جرم مولی بیشتری نیز دارد.

۲۸ **۳** با توجه به اطلاعات داده شده، نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» به‌صورت زیر است:

با توجه به نمودار: $60+|\Delta H|=2|\Delta H| \xrightarrow{\text{واکنش گرماده}} |\Delta H|=60\Rightarrow \Delta H=-60kJ$



۲۹ **۴** طبق اصل لوشاتلیه، با افزایش حجم ظرف، تعادل در جهت شمار مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا شده و با افزایش دما نیز، تعادل در جهت مصرف گرما جابه‌جا می‌شود. پس در ساده‌ترین حالت، اگر واکنش گرماده یا گرماگیر باشد، می‌توان معادلهٔ آن را به شکل زیر نمایش داد:

گرماگیر: $A(g)+Q\rightleftharpoons B(g)$ گرماده: $2A(g)\rightleftharpoons B(g)+Q$

اگر با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش کوچک‌تر شود، واکنش گرماده است؛ پس با کاهش حجم ظرف، در جهت شمار مول‌های گازی کمتر (رفت) جابه‌جا شده که در اثر این جابه‌جایی مقدار فراورده‌ها افزایش و مقدار واکنش‌دهنده‌ها کاهش می‌یابد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): اگر منظور سؤال از شمار مول‌های مواد، ضرایب استوکیومتری آن‌هاست، که در واکنش گرماده مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است و اگر منظور مقدار مواد شرکت‌کننده در تعادل است، که بدون داشتن K تعادل نمی‌توان در مورد آن اظهار نظر کرد. گزینهٔ (۲): در واکنش گرماگیر، با افزایش حجم ظرف، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده که در اثر این جابه‌جایی مقدار واکنش‌دهنده‌ها کاهش می‌یابد. گزینهٔ (۳): اگر با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش، بزرگ‌تر شود، واکنش مورد نظر گرماگیر بوده و افزایش حجم ظرف در آن باعث جابه‌جایی بیشتر واکنش در جهت رفت می‌شود.

۳۰ **۲** با توجه به جدول تغییرات مول مواد شرکت‌کننده در تعادل داریم:

$$2SO_3\rightleftharpoons 2SO_2+O_2$$

مول اولیه	۰/۹	۰	۰
تغییر مول	$-2x$	$+2x$	$+x$
مول تعادلی	$0/9-2x$	$2x$	x

در تعادل مجموع شمار مول فراورده‌ها، ۳ برابر شمار مول واکنش‌دهنده‌ها است؛ پس:

$$2x+x=3(0/9-2x)\Rightarrow 3x=2/7-6x\Rightarrow 9x=2/7\Rightarrow x=0/3mol$$

پس ثابت تعادل واکنش برابر است با:

$$\left.\begin{array}{l}[O_2]=\frac{0/3}{2}mol.L^{-1}\\ [SO_2]=\frac{2\times 0/3}{2}=\frac{0/6}{2}mol.L^{-1}\\ [SO_3]=\frac{0/9-2(0/3)}{2}=\frac{0/3}{2}mol.L^{-1}\end{array}\right\}\Rightarrow K=\frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2}=\frac{(\frac{0/6}{2})^2(\frac{0/3}{2})}{(\frac{0/3}{2})^2}=0/6mol.L^{-1}$$

پاسخ کنکور ۱۴۰۴ (نوبت دوم) رشتهٔ تجربی

۱ **۱** عنصر $_{۳۴}Y$ (یا همان $_{۳۴}Se$) با گرفتن ۲ الکترون به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود ($_{۳۶}Kr$) می‌رسد.

$$_{۳۴}Y:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۴}\Rightarrow {}_{۳۴}Y^{۲-}:\underbrace{[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۶}}_{[_{۳۶}Kr]}$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۲): عنصر $_{۳۱}D$ (یا همان $_{۳۱}Ga$)، با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسد.

$$_{۳۱}D:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۲}۴s^{۲}۴p^{۱}\Rightarrow {}_{۳۱}D^{۳+}:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}$$

گزینهٔ (۳): عنصر $_{۲۱}M$ (یا همان $_{۲۱}Sc$)، با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل از خود ($_{۱۸}Ar$) می‌رسد.

$$_{۲۱}M:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱}۴s^{۲}\Rightarrow {}_{۲۱}M^{۳+}:[_{۱۸}Ar]$$

گزینهٔ (۴): عنصر $_{۳۲}Z$ (یا همان $_{۳۲}Ge$) یون تک اتمی تشکیل نمی‌دهد.

۲ **۳** عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): قوی‌ترین نافلز گروه ۱۶، اولین عنصر این گروه یعنی اکسیژن ($_{۸}O$) است و قوی‌ترین فلز دورهٔ دوم، نخستین فلز این دوره، یعنی لیتیم ($_{۳}Li$) است؛ تفاوت عدد اتمی این دو عنصر برابر ۵ (۳−۸) است. عبارت (ب): قوی‌ترین نافلز جامد دورهٔ سوم، گوگرد ($_{۱۶}S$) و نخستین عنصر واسطهٔ دورهٔ چهارم نیز اسکاندیم ($_{۲۱}Sc$) است؛ تفاوت عدد اتمی این دو عنصر برابر ۵ (۱۶−۲۱) می‌باشد. عبارت (پ): نخستین شبه‌فلز گروه ۱۴، سیلیسیم ($_{۱۴}Si$) بوده و دومین نافلز دورهٔ سوم، گوگرد ($_{۱۶}S$) است؛ میان این دو عنصر تنها یک عنصر ($_{۱۵}P$) جای دارد و یک با عدد اتمی هیچ گاز نجیبی برابر نیست. عبارت (ت): نافلز مایع در دورهٔ چهارم، عنصر برم ($_{۳۵}Br$) با آرایش الکترونی زیر است:

$$_{۳۵}Br:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}\underbrace{۴s^{۲}۴p^{۵}}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

$$\text{مجموع } n \text{ و } l \text{ الکترون‌های ظرفیت}=۲(\underbrace{۴+۰}_{۴s})+۵(\underbrace{۴+۱}_{۴p})=۳۳$$

عنصر با عدد اتمی ۳۳، آرسنیک ($_{۳۳}As$) است که در دورهٔ ۴ و گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد.

۳ **۴** با توجه به اطلاعات داده‌شده، آرایش الکترونی عنصر A به شکل روبه‌رو است: $A:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{x}/۴s^{۲}$

که x می‌تواند هریک از اعداد ۰ تا ۱۰ به جز ۴ و ۹ باشد.

در اتم این عنصر، ۸ الکترون در زیرلایه‌های s با $l=۰$ قرار دارد، اما شمار الکترون‌های زیرلایهٔ ۳d نمی‌تواند برابر ۴ باشد، زیرا در این‌صورت عدد اتمی عنصر مورد نظر برابر ۲۴ است که آرایش الکترونی آن از قاعدهٔ آفبا پیروی نکرده و به‌صورت $_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۵}۴s^{۱}$ است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): یکی از ویژگی‌های فلزات واسطه، داشتن ترکیب‌های رنگی است؛ به عنوان مثال اگر $x=۳$ باشد، عنصر مورد نظر وانادیم است که محلول حاوی نمک‌های آن با عددهای اکسایش مختلف، رنگ‌های متفاوتی دارد. گزینهٔ (۲): در این عنصر ۸ الکترون با $l=۰$ وجود دارد و زیرلایهٔ ۳d در آن نیز می‌تواند دارای ۸ الکترون باشد که در این‌صورت عنصر مورد نظر $_{۲۸}Ni$ است. گزینهٔ (۳): به‌عنوان مثال عنصر مورد نظر می‌تواند آهن با آرایش الکترونی $_{۲۶}Fe:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۶}۴s^{۲}$ باشد که دارای یون‌های پایدار $Fe^{۲+}$ و $Fe^{۳+}$ است و در واکنش با کلر می‌تواند ترکیب‌های یونی با فرمول $FeCl_{۲}$ و یا $FeCl_{۳}$ را تولید کند.

۴ **۲** در هنگام تشکیل یون پایدار از اتم روبیدیم (Rb)، این عنصر یک الکترون از دست داده و به یون Rb^{+} تبدیل می‌شود؛ با توجه به اینکه در هر اتم جرم هر پروتون و نوترون به تقریب برابر ۱ amu بوده، اما جرم هر الکترون ناچیز و حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ amu است، پس جرم Rb و Rb^{+} که تنها در یک الکترون اختلاف دارند، به‌تقریب با هم برابر است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): $_{۲۹}Zn^{۲+}$ و $_{۳۰}Cu^{+}$ در شمار پروتون‌ها و در نتیجه عدد جرمی با یکدیگر تفاوت دارند، پس جرم مولی آن‌ها با یکدیگر برابر نیست. گزینهٔ (۳): شمار اتم‌ها در یک مول سدیم و یک مول کلسیم، یکسان و برابر عدد آووگادرو ($۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$) است. گزینهٔ (۴): جرم این دو نمونه برابر است با:

$$?\,g\,Ar=۱/۵\,mol\,Ar\times\frac{۴۰\,g\,Ar}{۱\,mol\,Ar}=۶۰\,g\,Ar$$

$$?\,g\,Al=۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۴}\,atom\,Al\times\frac{۱\,mol\,Al}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,atom\,Al}\times\frac{۲۷\,g\,Al}{۱\,mol\,Al}=۸۱\,g\,Al$$

با توجه به محاسبات انجام‌شده، جرم گاز آرگون، کمتر از جرم آلومینیم است.

۵ **۴** با توجه به اطلاعات داده شده، رابطهٔ میان دمای هوا (θ) و ارتفاع (h) به‌صورت مقابل است: $\theta=-۶h+\theta_{۰}$

در ارتفاع مورد نظر، دمای هوا، ۲۰ درصد مقدار آن در سطح زمین است ($۲۴\times\frac{۲۰}{۱۰۰}=۴/۸$)، پس داریم:

$$۴/۸=-۶h+۲۴\Rightarrow ۶h=۱۹/۲\Rightarrow h=۳/۲km$$

۶ **۳** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش سوختن این ترکیب به شکل مقابل است: $C_{۴}H_{n}O_{۲}(l)+(۳+\frac{n}{۴})O_{۲}(g)\rightarrow ۴CO_{۲}(g)+\frac{n}{۲}H_{۲}O(g)$

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان n را به‌دست آورد.

روش اول (کسر تبدیل):
$$?\,g\,O_2=0/3\,mol\,C_4H_nO_2\times\frac{(3+\frac{n}{4})\,mol\,O_2}{1\,mol\,C_4H_nO_2}\times\frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2}=48\,g\Rightarrow n=8$$

روش دوم (تناسب):
$$\frac{\text{مول } C_4H_nO_2}{\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم } O_2}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{0/3}{1}=\frac{48}{(3+\frac{n}{4})\times32}\Rightarrow n=8$$

در نتیجه در فرمول این ترکیب، ۸ اتم هیدروژن وجود دارد.

۷ ۲ ابتدا موازنه را به روش وارسی با عنصر S شروع می‌کنیم و با Cu ادامه می‌دهیم:
$$1Cu_2S(s)+HNO_3(aq)\rightarrow 1Cu(NO_3)_2+1CuSO_4(aq)+NO_2(g)+H_2O(l)$$
سپس به‌جای ضرایب مجهول a، b، c و ... قرار می‌دهیم و با روش تشکیل معادله، دیگر ضرایب را به‌دست می‌آوریم:
$$1Cu_2S(s)+aHNO_3(aq)\rightarrow 1Cu(NO_3)_2+1CuSO_4(aq)+bNO_2(g)+cH_2O(l)$$
$$\left.\begin{array}{l}H:a=2c\Rightarrow c=\frac{a}{2}\\ N:a=2+b\Rightarrow b=a-2\\ O:3a=6+4+2b+c\end{array}\right\}\Rightarrow 3a=6+4+2(a-2)+\frac{a}{2}\Rightarrow 3a=6+2a+\frac{a}{2}\Rightarrow\frac{a}{2}=6\Rightarrow a=12,\quad b=12-2=10,\quad c=\frac{12}{2}=6$$
پس معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت مقابل است: $1Cu_2S(s)+12HNO_3(aq)\rightarrow 1Cu(NO_3)_2+1CuSO_4(aq)+10NO_2(g)+6H_2O(l)$

با توجه به معادلهٔ واکنش، جرم $CuSO_4$ تولیدی به ازای مصرف ۰/۷۵ مول نمک Cu_2S برابر است با:

روش اول (کسر تبدیل):
$$?\,g\,CuSO_4=0/75\,mol\,Cu_2S\times\frac{1\,mol\,CuSO_4}{1\,mol\,Cu_2S}\times\frac{160\,g\,CuSO_4}{1\,mol\,CuSO_4}=120\,g\,CuSO_4$$

روش دوم (تناسب):
$$\frac{\text{مول } Cu_2S}{\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم } CuSO_4}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{0/75}{1}=\frac{x\,g\,CuSO_4}{1\times160}\Rightarrow x=120\,g\,CuSO_4$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): ضریب استوکیومتری فراوردهٔ گازی (NO_2) برابر ۱۰ است. درحالی که ضریب استوکیومتری اسید (HNO_3) برابر ۱۲ است.
گزینهٔ (۳): در این واکنش عدد اکسایش Cu از ۱+ در واکنش‌دهنده به ۲+ در فراورده‌ها افزایش یافته است. درحالی که عدد اکسایش اتم هیدروژن تغییری نکرده و در همهٔ ترکیب‌های آن برابر ۱+ است. گزینهٔ (۴): جرم Cu_2S مصرفی به ازای تشکیل ۰/۳۲ مول فراوردهٔ غیر گازی (همهٔ فراورده‌ها به جز NO_2) برابر است با:

روش اول (کسر تبدیل):
$$?\,g\,Cu_2S=0/32\,mol\,\text{فراوردهٔ غیر گازی}\times\frac{1\,mol\,Cu_2S}{8\,mol\,\text{فراوردهٔ غیر گازی}}\times\frac{160\,g\,Cu_2S}{1\,mol\,Cu_2S}=6/4\,g\,Cu_2S$$

روش دوم (تناسب):
$$\frac{\text{جرم } Cu_2S}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{شمار مول فراوردهٔ غیرگازی}}{\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{x\,g\,Cu_2S}{1\times160}=\frac{0/32}{8}\Rightarrow x=6/4\,g\,Cu_2S$$

۸ ۳ عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): مولکول‌های آمونیاک (NH_3)، کلروفرم $(CHCl_3)$ و دی‌متیل اتر $(H_3C-O-CH_3)$ قطبی بوده و گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند، اما هگزان (C_6H_{14}) ناقطبی است، ولی در کتاب درسی اشاره شده که گشتاور دوقطبی آن حدود صفر است نه برابر با صفر! عبارت (ب): مولکول‌های کلروفرم و هگزان در دما و فشار اتاق مایع بوده و مولکول‌های آمونیاک و دی‌متیل اتر در دما و فشار اتاق، به حالت گاز هستند. عبارت (پ): در مولکول NH_3، اتم‌های جانبی (H) بار جزئی مثبت دارند و در مولکول کلروفرم، اتم‌های جانبی Cl و H به‌ترتیب بار جزئی منفی و مثبت دارند. عبارت (ت): پیوند هیدروژنی که قوی‌ترین نوع نیروی جاذبهٔ بین مولکولی به شمار می‌رود، در میان مولکول‌های سازندهٔ موادی برقرار است که در ساختار آن‌ها اتم H به یکی از اتم‌های F، O و یا N متصل باشد، پس وجود اتم هیدروژن نقش کلیدی در برقراری پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های ماده دارد.

۹ ۱ قسمت اول: با توجه به درصد جرمی محلول سیرشده از این نمک داریم:
$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم آب}+\text{جرم نمک}}\times100\Rightarrow20=\frac{x}{(200+x)}\times100\Rightarrow x=50\,g$$

قسمت دوم: رابطهٔ میان انحلال‌پذیری یک نمک S با درصد جرمی محلول سیرشده از آن، به‌صورت زیر است:
$$\text{درصد جرمی}=\frac{S}{(100+S)}\times100\Rightarrow20=\frac{S}{100+S}\times100\Rightarrow S=25g/100g\,H_2O$$

۱۰ ۲ با توجه به اینکه A و D دو لایهٔ مجزا تشکیل می‌دهند، می‌توانند حالت فیزیکی متفاوتی داشته باشند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): اگر D حلال خالص محلول A باشد، دو لایهٔ مجزا تشکیل نمی‌شود. گزینهٔ (۳): اگر A و D هر دو محلول آبی باشند، با یکدیگر مخلوط شده و دو لایهٔ مجزا تشکیل نمی‌دهند. گزینهٔ (۴): با توجه به اینکه D در انتهای لوله و A روی آن قرار دارد، پس چگالی A از D کمتر است؛ در نتیجه در جرم یکسان، حجم A از D بیشتر است.

۱۱ **۴** ابتدا با توجه به شمار مول‌های $NaCl$ تولیدی، شمار مول $CaCl_2$ مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$$3CaCl_2 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6NaCl$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\,CaCl_2 = 0/72\,mol\,NaCl \times \frac{3\,mol\,CaCl_2}{6\,mol\,NaCl} = 0/36\,mol$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول } CaCl_2}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول } NaCl}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x\,mol\,CaCl_2}{3} = \frac{0/72}{6} \Rightarrow x = 0/36\,mol\,CaCl_2$$

هر مول $CaCl_2$ شامل ۳ مول یون است، پس شمار مول یون‌های موجود در ۰/۳۶ مول از $CaCl_2$ برابر است با: شمار مول یون‌ها $= 0/36 \times 3 = 1/08\,mol$

پس مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول آغازی $CaCl_2$ برابر است با: غلظت یون‌ها $= \frac{n\,(mol)}{V(L)} = \frac{1/08}{0/8L} = 1/35\,mol.L^{-1}$

۱۲ **۱** وجود هر حلقه و یا پیوند $C=C$ در ساختار یک هیدروکربن، سبب می‌شود که شمار اتم‌های هیدروژن ترکیب نسبت به آلکان هم کربن آن دو واحد کمتر شود؛ با توجه به اینکه فرمول مولکولی این ترکیب غیرحلقوی مشابه هگزن و به‌صورت C_6H_{12} است (یعنی دو اتم H نسبت به آلکان هم کربن خود با فرمول C_6H_{14} کمتر دارد)، پس قطعاً در زنجیر کربنی خود دارای یک پیوند $C=C$ است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): ترکیب مورد نظر می‌تواند ایزومر شاخه‌دار هگزن باشد. گزینهٔ (۳): شمار پیوندهای یگانهٔ کربن - کربن در زنجیرهٔ کربنی هگزن برابر ۴ است که این مقدار، $\frac{1}{3}$ شمار اتم‌های هیدروژن این مولکول است. گزینهٔ (۴): شمار پیوندهای کربن - هیدروژن در هگزن برابر با شمار اتم‌های هیدروژن (۱۲) است که این مقدار ۳ برابر شمار پیوندهای یگانهٔ کربن - کربن در مولکول که برابر ۴ است، می‌باشد.

۱۳ **۴** با توجه به اطلاعات سؤال، مقدار گرمای تولیدشده از سوختن زغال‌سنگ و چربی با جرم معین را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_{\text{زغال‌سنگ}} = m_{\text{زغال‌سنگ}}\,g \times \frac{50}{100} \times \frac{30\,kJ}{1\,g\,\text{زغال‌سنگ}} = 15m_{\text{زغال‌سنگ}}$$

$$Q_{\text{چربی}} = m_{\text{چربی}}\,g \times \frac{80}{100} \times \frac{39\,kJ}{1\,g\,\text{چربی}} = 31/2m_{\text{چربی}}$$

حال با توجه به اینکه $Q_{\text{چربی}} = 2Q_{\text{زغال‌سنگ}}$، می‌توان نسبت جرم این دو ماده را محاسبه کرد:

$$Q_{\text{چربی}} = 2Q_{\text{زغال‌سنگ}} \Rightarrow 31/2m_{\text{چربی}} = 2 \times 15m_{\text{زغال‌سنگ}} \Rightarrow \frac{m_{\text{زغال‌سنگ}}}{m_{\text{چربی}}} = 1/04$$

۱۴ **۳** مقایسهٔ واکنش‌پذیری این فلزات به‌صورت $Ag < Cu < Zn < K$ است، از طرفی می‌دانیم هرچه فلزی واکنش‌پذیرتر باشد، تمایل آن برای از دست دادن الکترون، تبدیل شدن به کاتیون و تشکیل ترکیب بیشتر بوده، پس ترکیب‌های این فلز از عنصر فلزی پایدارتر بوده و به همین دلیل استخراج این فلز دشوارتر است. با توجه به توضیحات، دشوارترین شرایط استخراج مربوط به فلز پتاسیم (K) است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): فلز Ag کمترین واکنش‌پذیری و کمترین تمایل را برای تبدیل شدن به کاتیون در میان سایر فلزات دارد. گزینهٔ (۲): آسان‌ترین شرایط نگهداری مربوط به فلز Ag است که کمترین واکنش‌پذیری را دارد. گزینهٔ (۴): پایدارترین ترکیب‌ها مربوط به واکنش‌پذیرین فلز، یعنی K است.

۱۵ **۲** متان (CH_4) یک آلکان سیرشده است و با گاز H_2 واکنش نمی‌دهد، اما پروپین (C_3H_4) مطابق معادلهٔ واکنش زیر با گاز H_2 واکنش داده و به آلکان سیرشدهٔ پروپان (C_3H_8) تبدیل می‌شود.

$$C_3H_4(g) + 2H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$$

افزایش جرم مخلوط هیدروکربن‌ها مربوط به گاز هیدروژن مصرفی است، پس با توجه به جرم H_2 مصرفی، می‌توان جرم C_3H_4 موجود در مخلوط را محاسبه کرد:

$$\text{جرم } H_2 \text{ مصرفی} = 32 \times \frac{7/5}{100} = 2/4g$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,C_3H_4 = 2/4g\,H_2 \times \frac{1\,mol\,H_2}{2g\,H_2} \times \frac{1\,mol\,C_3H_4}{2mol\,H_2} \times \frac{40g\,C_3H_4}{1\,mol\,C_3H_4} = 24g\,C_3H_4$$

روش دوم (کسر تناسب):

$$\frac{\text{جرم } C_3H_4}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم } H_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{x\,g\,C_3H_4}{1 \times 40} = \frac{2/4}{2 \times 2} \Rightarrow x = 24g\,C_3H_4$$

پس جرم CH_4 موجود در مخلوط برابر است با: $\text{جرم } CH_4 = 32 - \text{جرم } C_3H_4 = 32 - 24 = 8g$

اکنون می‌توان غلظت مولی CH_4 در مخلوط آغازی را محاسبه کرد:

$$\text{غلظت مولی } CH_4 = \frac{n\,(mol)}{V\,(L)} = \frac{8g \times \frac{1\,mol}{16g}}{2L} = 0/25\,mol.L^{-1}$$

۱۶ **۴** فرمول مولکولی عمومی آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌ها به‌صورت C_nH_{2n} است، پس نسبت اتم‌های کربن به اتم‌های هیدروژن برابر است با:

$$\text{نسبت جرم اتم‌های } C \text{ به } H = \frac{n \times \text{جرم مولی } C}{2n \times \text{جرم مولی } H} = \frac{n(12)}{2n(1)} = 6$$

در نتیجه نسبت جرم اتم‌های C به H در این ترکیب‌ها عددی ثابت بوده و به شمار اتم‌های کربن وابسته نیست. در بررسی سایر گزینه‌ها باید توجه کنید که آمین‌ها و آمیدها وابسته به اینکه چند عاملی باشند و یا گروه‌های هیدروکربنی متصل به گروه عاملی در آن‌ها سیرشده و یا سیرنشده باشد، فرمول مولکولی متفاوتی دارند.

۱۷ ۳ با توجه به معادلهٔ فرایند چگالش CO_2، گرمای آزادشده از چگالش ۳ مول CO_2 برابر است با:

$$CO_2(g)\rightarrow CO_2(s)+25kJ \qquad ?\,kJ=3mol\,CO_2\times\frac{25kJ}{1\,mol\,CO_2}=75kJ$$

در مرحلهٔ بعد، با توجه به اطلاعات داده‌شده، آنتالپی واکنش هیدروژن‌دار شدن اتین را محاسبه می‌کنیم:

$$C_2H_2(g)+2H_2(g)\rightarrow C_2H_6(g)$$

$$\Delta H=\left[\begin{array}{c}\text{مجموع آنتالپی پیوندها در}\\ \text{مواد واکنش‌دهنده}\end{array}\right]-\left[\begin{array}{c}\text{مجموع آنتالپی پیوندها در}\\ \text{مواد فراورده}\end{array}\right]=[\Delta H(C\equiv C)+2\Delta H(C-H)+2\Delta H(H-H)]$$

$$-[\Delta H(C-C)+6\Delta H(C-H)]=[840+2(415)+2(435)]-[350+6(415)]=-300kJ$$

اکنون می‌توان جرم C_2H_2 مصرفی برای تولید ۷۵kJ گرما را محاسبه کرد.

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,C_2H_2=75kJ\times\frac{1\,mol\,C_2H_2}{300kJ}\times\frac{26g\,C_2H_2}{1\,mol\,C_2H_2}=6/5g\,C_2H_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } C_2H_2}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{Q}{|\Delta H|}\Rightarrow\frac{x\,g\,C_2H_2}{1\times26}=\frac{75}{300}\Rightarrow x=6/5g\,C_2H_2$$

۱۸ ۱ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت مقابل است:

$$A_2(g)+3D_2(g)\rightarrow 2AD_3(g)$$

با توجه به معادلهٔ واکنش، نسبت تغییرات غلظت D_2 به A_2 باید برابر ۳ باشد که در نمودار مربوط به گزینهٔ (۱) نیز غلظت D_2 به اندازهٔ ۰/۳ مولار و غلظت A_2 به اندازهٔ ۰/۱ مولار کاهش یافته است.

از طرفی به ازای کاهش غلظت A_2 به مقدار ۰/۱ مولار، غلظت AD_3 به میزان ۰/۲ مولار افزایش می‌یابد، پس مجموع شمار مول‌های گازی در ظرف برابر است با:

$$\text{مجموع شمار مول گازی}=\text{حجم ظرف}\times([A_2]+[D_2]+[AD])=2\times(0/1+0/3+0/2)=1/2\,mol$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۲): با توجه به معادلهٔ واکنش، نسبت تغییرات غلظت D_2 به AD_3 باید برابر ۳ به ۲ باشد، درحالی که در نمودار، غلظت D_2 به اندازهٔ ۰/۲ مولار کاهش و غلظت AD_3 به اندازهٔ ۰/۱ مولار افزایش یافته که نسبت آن‌ها برابر ۲ به ۱ است. گزینهٔ (۳): در $t=4\,min$ مقدار A_2 به صفر رسیده و واکنش کامل شده است، درحالی که براساس اطلاعات سؤال، واکنش پس از ۱۰ دقیقه کامل می‌شود. گزینهٔ (۴): نمودار به درستی رسم شده است، اما با توجه به توضیحات بالا، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در ظرف برابر ۱/۲mol است.

۱۹ ۲ می‌دانیم که در واکنش، رابطهٔ $\bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\bar{R}_{(A)}}{\text{ضریب }A}$ برقرار است، پس اگر $\bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\Delta n_{(A)}}{\Delta t}$ باشد، می‌توان نتیجه گرفت که ضریب مادهٔ A برابر یک است؛ از طرفی مقدار Δn آن عددی مثبت است که این یعنی، A فراورده است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): ممکن است واکنش به پایان رسیده باشد که در این‌صورت نیز شیب نمودار «مول - زمان»برای همهٔ مواد شرکت‌کننده در واکنش برابر صفر است. گزینهٔ (۳): در یک واکنش با گذشت زمان، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها کاهش می‌یابد؛ پس با گذشت زمان، اندازهٔ شیب نمودار «مول - زمان» در واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها کاهش یافته و با توجه به اطلاعات داده‌شده نمی‌توان تعیین کرد که A واکنش‌دهنده و یا فراورده است. گزینهٔ (۴): اگر شیب نمودار برای مادهٔ A، دو برابر مادهٔ D باشد، می‌توان نتیجه گرفت که ضریب استوکیومتری A دو برابر D است، اما راجع به اینکه این دو ماده فراورده و یا واکنش‌دهنده‌اند، نمی‌توان اظهارنظر کرد.

۲۰ ۴ با توجه به اطلاعات سؤال، شمار الکترون‌های زیرلایهٔ $3d$ در اتم X باید ۷ واحد بیشتر از شمار الکترون‌های زیرلایهٔ $4p$ در اتم Y باشد، حالت‌های ممکن به‌صورت مقابل است:

$$Y:{}_{31}Ga:[{}_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^1\rightarrow X:{}_{28}Ni:[{}_{18}Ar]\,3d^8\,4s^2\Rightarrow\text{اختلاف عدد اتمی}=31-28=3$$

$$Y:{}_{32}Ge:[{}_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^2\rightarrow$$ زیرلایهٔ $3d$ در اتم X باید دارای ۹ الکترون باشد که امکان ندارد.

$$Y:{}_{33}As:[{}_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^3\rightarrow X\begin{cases}{}_{29}Cu:[{}_{18}Ar]3d^{10}4s^1\Rightarrow\text{اختلاف عدد اتمی}=33-29=4\\ {}_{30}Zn:[{}_{18}Ar]3d^{10}4s^2\Rightarrow\text{اختلاف عدد اتمی}=33-30=3\end{cases}$$

پس کمترین اختلاف عدد اتمی دو عنصر، برابر ۳ است.

۲۱ ۱ سرعت مصرف N_2O_5 در بازهٔ زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه برابر است با:

$$\frac{\bar{R}_{(N_2O_5)}}{2}=\frac{\bar{R}_{(NO_2)}}{4}\Rightarrow\bar{R}_{(N_2O_5)}=\frac{\bar{R}_{(NO_2)}}{2}=\frac{5/4}{4}=2/7\,mol.L^{-1}\,min^{-1}$$

پس تغییرات مول N_2O_5 در این بازهٔ زمانی برابر است با:

$$\bar{R}_{N_2O_5}=\frac{-\Delta n}{V.\Delta t}\Rightarrow 2/7=\frac{-\Delta n}{2\times\frac{20}{60}}\Rightarrow-\Delta n=1/8\,mol\Rightarrow n_1-n_3=1/8mol$$

پس مقدار n_1 و n_3 به ترتیب می‌تواند برابر ۲/۲ و ۰/۴ مول باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): سرعت واکنش در گسترهٔ زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه برابر است با:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\bar{R}_{(N_2O_5)}}{2}=\frac{\frac{-\Delta n_{(N_2O_5)}}{V\times\Delta t}}{2}=\frac{\frac{1/2}{2\times10}}{2}=3\times10^{-2}\,mol.L^{-1}.s^{-1}$$

گزینهٔ (۳): اگر $n_{۲}=۱$ ، از آغاز تا ثانیهٔ ۲۰، ۳ مول $N_۲O_۵$ مصرف شده است، پس شمار مول‌های فراورده‌های تولیدی برابر است با:

$$?\,mol\ \text{فراورده}=۳mol\ N_۲O_۵\times\frac{۵mol\ \text{فراورده}}{۲mol\ N_۲O_۵}=۷/۵mol\ \text{فراورده}$$

در نتیجه غلظت فراورده‌ها برابر است با:

$$\text{غلظت فراورده‌ها}=\frac{n(mol)}{V(L)}=\frac{۷/۵}{۲}=۳/۷۵mol.L^{-۱}$$

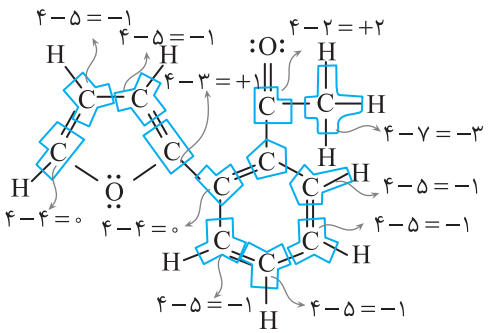
گزینهٔ (۴): با مصرف ۴ مول $N_۲O_۵$ ، واکنش کامل شده و شمار مول فراورده‌های تولیدی برابر است با:

$$?\,mol\ \text{فراورده}=۴mol\ N_۲O_۵\times\frac{۵mol\ \text{فراورده}}{۲mol\ N_۲O_۵}=۱۰mol\ \text{فراورده}$$

پس نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{\text{شمار مول‌های فراورده}}{\text{شمار مول‌های آغازی } N_۲O_۵}=\frac{۱۰}{۴}=۲/۵$$

۲۲ **۴** با توجه به ساختار این ترکیب، شمار جفت‌الکترون ناپیوندی روی اتم‌ها برابر ۴ است.

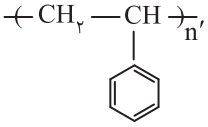


اتم‌های کربن با عدد اکسایش صفر نیز برابر با ۳ عدد است. $(\frac{۴}{۳}\neq۲)$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): ترکیب مورد نظر دارای یک گروه عاملی کربونیل $(-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-)$ و یک گروه متیل $(-CH_۳)$ است. گزینهٔ (۲): شمار پیوندهای $C-H$ و $C-C$ در این ترکیب به‌ترتیب برابر با ۱۰ و ۷ است که تفاوت آن‌ها برابر ۳ است. گزینهٔ (۳): نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{\text{جرم اتم‌های اکسیژن}}{\text{جرم اتم‌های هیدروژن}}=\frac{۲\times۱۶}{۱۰\times۱}=۳/۲$$

۲۳ **۳** با توجه به ساختار پلی‌سیانواتن، که به‌صورت: $+CH_۲-\underset{\underset{C\equiv H}{|}}{CH}+_n$ است، هر واحد تکرارشوندهٔ آن دارای یک پیوند سه‌گانه است؛ اگر n برابر ۱۸۰۰۰ باشد، پس هر زنجیر آن دارای ۱۸۰۰۰ پیوند سه‌گانه بوده و در نتیجه شمار پیوندهای دوگانه در هر زنجیر پلی‌استیرن برابر ۹۰۰۰ است؛ با توجه به ساختار زیر که مربوط به پلی‌استیرن است، هر واحد تکرارشونده در آن دارای ۳ پیوند دوگانه بوده و بنابراین:



$$+CH_۲-\underset{\underset{}{|}}{CH}+_{n'}\Rightarrow ۳n'=۹۰۰۰\Rightarrow n'=۳۰۰۰$$

پس میانگین جرم مولی پلی‌استیرن برابر است با:

$$\text{جرم مولی پلی‌استیرن}=n'\times\text{جرم مولی استیرن}=۳۰۰۰\times۱۰۴g.mol^{-۱}=۳/۱۲\times۱۰^{۵}g.mol^{-۱}$$

۲۴ **۱** قسمت اول: ابتدا با توجه به مقدار pH ، غلظت OH^- موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$pH=۱۰/۳\Rightarrow[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۱۰/۳}=۱۰^{-۱۱}\times۱۰^{۰/۷}=۵\times۱۰^{-۱۱}mol.L^{-۱}$$

$$[H^+][OH^-]=۱۰^{-۱۴}\Rightarrow۵\times۱۰^{-۱۱}\times[OH^-]=۱۰^{-۱۴}\Rightarrow[OH^-]=۲\times۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

با توجه به رابطهٔ $[OH^-]=M.\alpha$ می‌توان مولاریته باز DOH حل‌شده در آب را محاسبه کرد:

$$[OH^-]=M.\alpha\Rightarrow۲\times۱۰^{-۴}=M\times۱۰^{-۲}\Rightarrow M=۲\times۱۰^{-۲}mol.l^{-۱}$$

جرم باز DOH در محلول برابر است با:

$$?\,g\ DOH=۲L_{\text{محلول}}\times\frac{۲\times۱۰^{-۲}mol\ DOH}{۱L\ \text{محلول}}\times\frac{۲۰۰g\ DOH}{۱mol\ DOH}=۸g\ DOH$$

اکنون می‌توان درصد باز DOH حل‌شده در آب را محاسبه کرد:

$$\text{درصد DOH حل‌شده}=\frac{\text{جرم DOH حل‌شده}}{\text{جرم DOH اولیه}}\times۱۰۰=\frac{۸g}{۴۰g}\times۱۰۰=٪۲۰$$

قسمت دوم:

$$[H^+]=۵\times۱۰^{-۱۱}mol.L^{-۱}\Rightarrow?\,mol\ H^+=۰/۵L\ \text{محلول}\times\frac{۵\times۱۰^{-۱۱}mol\ H^+}{۱L\ \text{محلول}}=۲/۵\times۱۰^{-۱۱}mol$$

۲۵ **۲** با توجه به معادله‌های زیر، در اثر انحلال هر مول $Li_۲O$ و HCl در آب، به‌ترتیب ۴ و ۲ مول یون تولید می‌شود:

$$Li_۲O(s)+H_۲O(l)\rightarrow۲Li^+(aq)+۲OH^-(aq)\qquad HCl(g)\xrightarrow{H_۲O}H^+(aq)+Cl^-(aq)$$

پس در صورتی که شمار مول‌های $Li_۲O$ نصف HCl باشد، شمار یون‌های موجود در دو محلول برابر است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): اگر دو اسید قوی باشند، معادلهٔ یونش هر دو اسید در آب به‌صورت کامل (یک‌طرفه) است و در نتیجه غلظت تعادلی برای اسید وجود ندارد، زیرا مولکول‌های اسید به‌طور کامل یونیده شده‌اند و از طرفی وقتی هر دو اسید قوی باشند، مقایسهٔ قدرت اسیدی آن‌ها به کمک درجه یونش و غلظت تعادلی اسید امکان‌پذیر نیست. گزینهٔ (۳): بدون داشتن درجهٔ یونش باز ضعیف XOH ، نمی‌توان در مورد $[OH^-]$ و در نتیجه pH محلول آن اظهار نظر کرد.

گزینهٔ (۴): اگر جرم‌های برابر از دو گاز HCl و HI در مقدار معینی آب حل شود، با توجه به این‌که جرم مولی HI بیشتر از HCl است و طبق رابطهٔ «$\text{مول} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}$»، شمار مول‌ها و غلظت اسید در محلول HI کمتر است، پس $[H^+]$ در محلول اسید قوی HI نیز کمتر از محلول اسید قوی HCl بوده و محلول HI مقدار pH بزرگ‌تری دارد.

۲۶ ۲ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش انجام شده به‌صورت مقابل است: $2RCOONa(aq)+MgCl_2(aq)\rightarrow(RCOO)_2Mg(s)+2NaCl(aq)$

قسمت اول: با توجه به اینکه صابون دارای زنجیر هیدروکربنی سیرشده است، فرمول مولکولی آن به‌صورت $C_nH_{2n+1}COONa$ بوده و فرمول رسوب حاصل از آن به‌صورت $(C_nH_{2n+1}COO)_2Mg$ است. اکنون با توجه به اطلاعات داده‌شده، n را به‌دست می‌آوریم:

روش اول (کسر تبدیل):
$$?\,g\ \text{رسوب} = 0/06\,mol\ \text{صابون} \times \frac{1\,mol\ \text{رسوب}}{2\,mol\ \text{صابون}} \times \frac{Mg\ \text{رسوب}}{1\,mol\ \text{رسوب}} = 17/7 \Rightarrow M = 590\,g.mol^{-1}$$

روش دوم (تناسب):
$$\frac{\text{مول صابون}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/06}{2} = \frac{17/7}{1\times M} \Rightarrow M = 590\,g.mol^{-1}$$

پس n برابر است با: $(C_nH_{2n+1}COO)_2Mg = 590 \Rightarrow 2(14n+1+12+32)+24 = 590 \Rightarrow 2(14n+45) = 566 \Rightarrow 14n+45 = 283 \Rightarrow n = 17$

پس فرمول این صابون به‌صورت $C_{17}H_{35}COONa$ بوده و شمار اتم‌های کربن در مولکول آن برابر ۱۸ است.

قسمت دوم: یون‌های Na^+ و Cl^- به حالت محلول باقی مانده‌اند که شمار مول آن‌ها برابر است با:
$$?\,mol\ ion = 0/06\,mol\ \text{صابون} \times \frac{2\,mol\ NaCl}{2\,mol\ \text{صابون}} \times \frac{2\,mol\ ion}{1\,mol\ NaCl} = 0/12\,mol\ ion$$

۲۷ ۳ در پاک‌کننده‌های صابونی ($RCOONa$) و پاک‌کننده‌های غیرصابونی ($RC_6H_4SO_3Na$)، نسبت شمار آنیون به کاتیون مساوی و برابر یک است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): عسل در ساختار خود شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل $(-OH)$ دارد و در آب محلول است؛ در حالی‌که گریس $(C_{18}H_{38})$ یک ترکیب ناقطبی و نامحلول در آب است. گزینهٔ (۲): مخلوط آب، روغن و صابون نوعی کلوئید است که ناهمگن بوده و نور را پخش می‌کند؛ در حالی‌که اوره محلول در آب است و مخلوط آن‌ها همگن بوده و نور را عبور می‌دهد. گزینهٔ (۴): پاک‌کننده‌های غیرصابونی در آب سخت نیز قدرت پاک‌کنندگی خود را حفظ کرده و با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} موجود در آب سخت رسوب تشکیل نمی‌دهند.

۲۸ ۱ با توجه به مقدار E°های داده شده، معادلهٔ واکنش انجام شده در دو سلول به‌صورت زیر است:

(در هر سلول، نیم‌سلول دارای E° منفی‌تر، آند بوده و اکسایش می‌یابد.)

سلول (منگنز - کروم): $3Mn(s)+2Cr^{3+}(aq)\rightarrow 3Mn^{2+}(aq)+2Cr(s)$ سلول (منیزیم - نقره): $Mg(s)+2Ag^+(aq)\rightarrow Mg^{2+}(aq)+2Ag(s)$

ابتدا تغییر جرم آند (Mg) در سلول گالوانی (منیزیم - نقره) را محاسبه می‌کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):
$$?\,g\ Mg = 3/24\,g\ Ag \times \frac{1\,mol\ Ag}{108\,g\ Ag} \times \frac{1\,mol\ Mg}{2\,mol\ Ag} \times \frac{24\,g\ Mg}{1\,mol\ Mg} = 0/36\,g\ Mg$$

روش دوم (تناسب):
$$\frac{\text{جرم Mg}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم Ag}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{1\times24} = \frac{3/24}{2\times108} \Rightarrow x = 0/36\,g\ Mg$$

پس تغییر جرم کاتد (Cr) در سلول گالوانی (منگنز - کروم) دو برابر این مقدار و برابر $0/72\,g$ $(2\times0/36)$ است؛ در این سلول هر مول Cr^{3+} با دریافت ۳ مول الکترون به فلز Cr کاهش می‌یابد: $Cr^{3+}(aq)+3e^-\rightarrow Cr(s)$

روش اول (کسر تبدیل):
$$?\,e^- = 0/72\,g\ Cr \times \frac{1\,mol\ Cr}{52\,g\ Cr} \times \frac{6\,mol\ e^-}{2\,mol\ Cr} \times \frac{6/02\times10^{23}\,e^-}{1\,mol\ e^-} \simeq 2/5\times10^{22}\,e^-$$

روش دوم (تناسب):
$$\frac{\text{جرم Cr}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد الکترون‌ها}}{6/02\times10^{23}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/72}{1\times52} = \frac{x}{3\times6/02\times10^{23}} \Rightarrow x \simeq 2/5\times10^{22}\,e^-$$

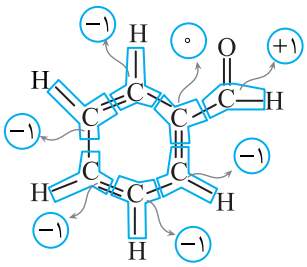
۲۹ ۴ نتایج به‌دست آمده از هریک از عبارت‌ها به‌صورت زیر است:

- قدرت اکسندگی X^{2+} بیشتر از Z^{2+} است و از این‌رو X در جدول پتانسیل کاهشی جایگاه بالاتری نسبت به Z دارد. مقایسهٔ قدرت کاهندگی: $Z>X$
- قدرت کاهندگی سه فلز Z ، D و X از فلز Cu بیشتر است؛ یعنی این ۳ فلز نسبت به Cu مقدار E° منفی‌تری دارند و با توجه به اینکه فلز A با محلول $CuCl_2$ واکنش نمی‌دهد، پس E° فلز A نسبت به Cu مثبت‌تر است. مقایسهٔ قدرت کاهندگی: $X, D, Z>Cu>A$
- قدرت کاهندگی فلز D از فلزهای A و X بیشتر و از فلز Z کمتر است؛ یعنی E° فلز D منفی‌تر از فلزات A و X و مثبت‌تر از فلز Z است. مقایسهٔ قدرت کاهندگی: $Z>D>A, X$

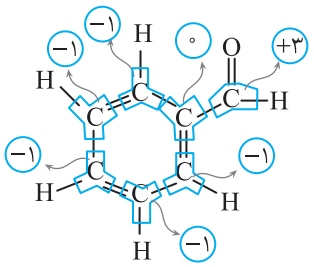
پس مقایسه قدرت کاهندگی به‌صورت: $Z>D>X>Cu>A$ است.

راه سریع‌تر (با کمک گرفتن از گزینه‌ها): با توجه به عبارت اول، فلز Z از X کاهنده‌تر است (حذف گزینه‌های «۱» و «۳») و با توجه به عبارت دوم هر سه فلز Z ، D و X از فلز Cu کاهنده‌تر هستند. (حذف گزینهٔ (۲))

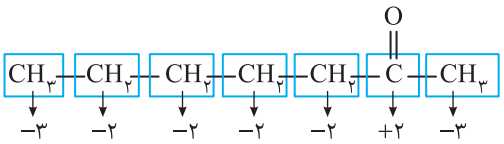
۳۰ ۱ در بنزآلدهید با ساختار روبه‌رو، عدد اکسایش ۵ اتم کربن یکسان و برابر ۱- است و مجموع عدد اکسایش دو اتم کربن دیگر برابر ۱+(۱+۰) است:



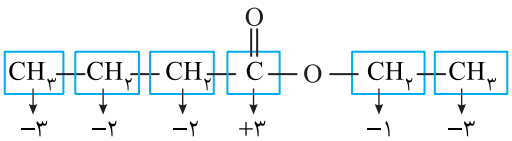
عدد اکسایش اتم‌های کربن در ترکیب‌های سایر گزینه‌ها به‌صورت زیر است:



گزینهٔ (۲)



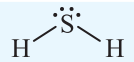
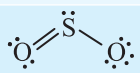
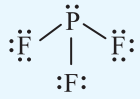
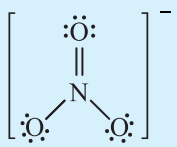
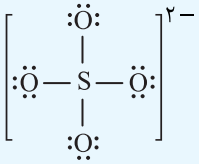
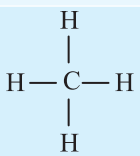
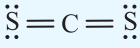
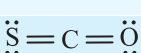
گزینهٔ (۳)



گزینهٔ (۴)

۳۱ ۳ واژهٔ شبکهٔ بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم از اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به‌کار می‌رود.

۳۲ ۲ با توجه به اطلاعات جدول زیر، ساختار لوویس گونه‌های موجود در گزینهٔ (۲) متفاوت است اما اتم مرکزی در هر دو گونه دارای بار جزئی مثبت است.

گونه	ساختار لوویس	علامت بار جزئی اتم مرکزی	توضیحات
H_2S		منفی	خاصیت نافلزی عنصر S از H بیشتر و از O کمتر است، از این‌رو علامت بار جزئی اتم مرکزی در دو ترکیب متفاوت است.
SO_2		مثبت	
PF_3		مثبت	خاصیت نافلزی عنصرهای P و N به‌ترتیب از F و O کمتر بوده و بار جزئی اتم مرکزی در هر دو ترکیب مثبت است.
NO_3^-		مثبت	
SO_4^{2-}		مثبت	خاصیت نافلزی S از O کمتر بوده و خاصیت نافلزی C از H بیشتر است؛ از این رو بار جزئی اتم مرکزی در دو ترکیب متفاوت است.
CH_4		منفی	
CS_2		مثبت	خاصیت نافلزی C از هر دو اتم S و O کمتر است، پس علامت بار جزئی اتم مرکزی در دو ترکیب مشابه است، اما این دو ترکیب ساختار لوویس یکسانی دارند.
SCO		مثبت	

۳۳ ۳ با باز کردن شیر (I) ، میان گونه‌های شرکت‌کننده تعادل برقرار می‌شود؛ با توجه به مقدار اولیهٔ گازها و مقدار K می‌توان شمار مول گونه‌های در تعادل را محاسبه کرد:

$$CF_۴ + CO_۲ \rightleftharpoons ۲COF_۲$$

مول اولیه	۱	۱	۰
تغییر مول	$-x$	$-x$	$-۲x$
مول تعادلی	$۱-x$	$۱-x$	$۲x$

$$K = \frac{[COF_۲]^۲}{[CF_۴][CO_۲]}$$

از آن‌جا که شمار مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ واکنش برابر است، حجم ظرف از صورت و مخرج رابطهٔ K حذف می‌شود، پس در رابطهٔ K همان مول‌های تعادلی را قرار می‌دهیم:

$$\Rightarrow ۲/۵\times ۱۰^{-۱} = \frac{(۲x)^۲}{(۱-x)^۲} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{۲x}{۱-x} \Rightarrow x = ۰/۲\ mol$$

با باز کردن شیر (II)، غلظت $COF_۲$ افزایش یافته و طبق اصل لوشاتلیه، واکنش در جهت برگشت جابه‌جا شده تا به تعادل جدید برسد:

$$CF_۴ + CO_۲ \rightleftharpoons ۲COF_۲$$

تعادل اولیه	۰/۸	۰/۸	۰/۴+۰/۲
جابه‌جایی تعادل	$+x$	$+x$	$-۲x$
تعادل جدید	$۰/۸+x$	$۰/۸+x$	$۰/۶-۲x$

با توجه به اینکه دما ثابت است، مقدار K نیز در تعادل جدید برابر با تعادل اولیه است:

$$K = ۲/۵\times ۱۰^{-۱} = \frac{(۰/۶-۲x)^۲}{(۰/۸+x)^۲} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{۰/۶-۲x}{۰/۸+x} \Rightarrow x = ۰/۰۸\ mol$$

پس نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{\text{مجموع شمار مول } CF_۴ \text{ و } CO_۲}{\text{شمار مول‌های } COF_۲} = \frac{۰/۸۸+۰/۸۸}{۰/۴۴} = ۴$$

۳۴ ۴ گاز NO خروجی از موتور خودروها، در اثر انجام یک واکنش گرماده (تا این‌جا با توجه به این‌که واکنش گرماده است، گزینه‌های «۱» و «۳» حذف می‌شوند.) در مبدل کاتالیستی خودروی بنزینی به گازهای $N_۲$ و $O_۲$ تبدیل می‌شود $(۲NO(g) \rightarrow N_۲(g) + O_۲(g))$ و از طرفی چون این واکنش انرژی فعال‌سازی بالایی دارد، در دماهای بالا بهتر انجام می‌شود، زیرا با افزایش دما، مقدار E_a آن تأمین می‌شود.

۳۵ ۱ در تعادل برقرار شده، غلظت هر یک از گونه‌های شرکت‌کننده برابر است با:

$$M_۱ = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{۱}{۲} = ۰/۵\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به اینکه شمار مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ واکنش برابر است، با انتقال تعادل به ظرف ۵ لیتری، تعادل جابه‌جا نشده و شمار مول مواد تغییری نمی‌کند، اما با تغییر حجم، غلظت مواد تغییر کرده و غلظت جدید برابر است با:

$$M_۲ = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{۱}{۵} = ۰/۲\ mol.L^{-۱}$$

پس بر اثر اعمال تغییر، غلظت مواد شرکت‌کننده ۰/۴ برابر $\left(\frac{۰/۲}{۰/۵}\right)$ می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): تعادل گرماده است و در نتیجه با کاهش دما، مقدار K افزایش می‌یابد نه کاهش! گزینهٔ (۳): با توجه به اینکه شمار مول‌های گازی در دو طرف معادلهٔ واکنش برابر است، تعادل با تغییر حجم جابه‌جا نمی‌شود اما با انتقال تعادل به یک ظرف یک لیتری، غلظت همهٔ مواد افزایش می‌یابد. گزینهٔ (۴): تعادل گرماده است؛ از این‌رو با افزایش دما، طبق اصل لوشاتلیه، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. حواستان باشد که با تغییر دما، سطح انرژی مواد شرکت‌کننده در تعادل تغییر نمی‌کند و فقط انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت به میزان بیشتری تأمین می‌شود.

پاسخ کنکور ۱۴۰۵ رشتهٔ ریاضی

۱ ۳ B زیرلایهٔ $2p$، دارای $n=2$ و $l=1$ است. این زیرلایه گنجایش ۶ الکترون را دارد. پس عنصر مورد نظر، ۶ الکترون در لایهٔ چهارم خود $(n=4)$ داشته و آرایش الکترونی آن به صورت مقابل است:

$$_{Z}X: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/\underbrace{4s^2 4p^4}_{\text{۶ الکترون}} \Rightarrow Z=34$$

۲ ۲ C ابتدا هر یک از عناصر داده شده را شناسایی می‌کنیم. آرایش الکترونی Ca و همهٔ عناصر واسطهٔ دورهٔ چهارم جدول تناوبی (به جز Cr و Cu) به $4s^2$ ختم می‌شود. آرایش الکترونی عناصر K، Cr و Cu به $4s^1$ و آرایش الکترونی Cl، به $3p^5$ ختم می‌شود. **بررسی گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): حداکثر تفاوت عدد اتمی X و Y در حالتی ایجاد می‌شود که این دو عنصر به ترتیب $_{30}Zn$ و $_{19}K$ باشند. تفاوت عدد اتمی $=30-19=11$

گزینهٔ (۲): تفاوت عدد اتمی Z و Y، می‌تواند مضربی از ۲ باشد:

$_{29}Cu$ و $_{17}Cl$ تفاوت عدد اتمی $=29-17=12$ $_{24}Cr$ و $_{17}Cl$ تفاوت عدد اتمی $=24-17=7$ $_{19}K$ و $_{17}Cl$ تفاوت عدد اتمی $=19-17=2$

گزینهٔ (۳): زیرلایه‌های $3p$ و $4s$ دارای $n+l=4$ هستند. آرایش الکترونی عنصر Z به صورت زیر است. در اتم $_{17}Z$، فقط زیرلایهٔ $3p$ حاوی الکترون است:

$$_{17}Z: [Ne]\,3s^2\underline{\underline{3p^5}} \Rightarrow 4 \text{ برابر } n+l \text{ شمار الکترون‌های دارای} = 5$$

گزینهٔ (۴): عناصر کروم $(_{24}Cr)$ و مس $(_{29}Cu)$، از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کنند.

۳ ۳ C عنصر X متعلق به دورهٔ سوم جدول تناوبی بوده و با دریافت n الکترون، به آرایش گاز نجیب آرگون با ۱۸ الکترون می‌رسد. پس یون X^{n-} می‌تواند یکی از یون‌های $_{17}Cl^-$، $_{16}S^{2-}$ و $_{15}P^{3-}$ باشد. ذرات زیراتمی در هر اتم شامل پروتون، نوترون و الکترون است که از میان آن‌ها الکترون و پروتون به ترتیب بار الکتریکی (-1) و $(+1)$ دارند.

مجموع ذرات زیراتمی باردار در $X^{n-} = p+e \xrightarrow{e=p+n} X^{n-}$ مجموع ذرات زیراتمی باردار $= p+p+n = 2p+n$

از میان آنیون‌های دورهٔ سوم جدول تناوبی یعنی یون‌های $_{17}Cl^-$، $_{16}S^{2-}$ و $_{15}P^{3-}$، فقط مجموع شمار ذره‌های باردار در یون $_{17}Cl^-$، مضربی از عدد ۷ است.

$_{15}P^{3-}: 2(15)+3=33$ ✗

$_{16}S^{2-}: 2(16)+2=34$ ✗

$_{17}Cl^-: 2(17)+1=35\ (7 \text{ مضرب})$ ✓

پس عدد اتمی عنصر Z برابر ۵ بوده و این عنصر، بور $(_5B)$ است:

$$\frac{\text{مجموع شمار ذره‌های زیراتمی باردار در } X^{n-}}{\text{شمار الکترون‌های اتم عنصر } Z} = \frac{35}{5} = 7$$

کلر $(_{17}Cl^-)$ متعلق به گروه ۱۷ و بور $(_5B)$، متعلق به گروه ۱۳ است؛ بنابراین تفاوت شمارهٔ گروه این دو عنصر برابر $4\ (13-17)$ است.

۴ ۱ B مطابق ساختارهای رسم شده، نسبت خواسته شده در CN^-، بزرگ‌تر است. **بررسی گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱):

$$CN^-: [:C \equiv N:]^- \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{3}{2} = 1/5$$

گزینهٔ (۲):

$$OH^-: [:\ddot{O}-H]^- \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{1}{3}$$

گزینهٔ (۳):

$$SO_4^{2-}: \left[:\ddot{O}-\underset{:\ddot{O}:}{\overset{:\ddot{O}:}{S}}-\ddot{O}:\right]^{2-} \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

گزینهٔ (۴):

$$PO_4^{3-}: \left[:\ddot{O}-\underset{:\ddot{O}:}{\overset{:\ddot{O}:}{P}}-\ddot{O}:\right]^{3-} \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

۵ ۴ A در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): از هلیم، افزون بر پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی، در جوشکاری، کپسول غواصی و مهم‌تر از همه، برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI استفاده می‌شود. آرگون به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود. گزینهٔ (۲): کربن مونوکسید، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است. چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ میل ترکیبی هموگلوبین خون با گاز کربن مونوکسید بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است. گزینهٔ (۳): از گاز نیتروژن، در بسته‌بندی برخی مواد خوراکی، برای پر کردن تایر خودروها، در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی و برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود.

۶ ۲ B معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش داده شده به صورت مقابل است:

$$2KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2(g)$$

به کمک مقدار مول $KClO_3$، شمار مول‌های O_2 تولیدی در واکنش را به دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,O_2 = 0/2\,mol\,KClO_3 \times \frac{3\,mol\,O_2}{2\,mol\,KClO_3} = 0/3\,mol\,O_2$$

از سوخت ۱ مول از هر ترکیب آلی با n اتم کربن، n مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. با توجه به برابر بودن شمار مول‌های O_2 و CO_2 تولیدی می‌توان نوشت:

$$۰/۳\,mol\,CO_2 \times \frac{۱\,mol\ \text{ترکیب آلی}}{n\,mol\,CO_2} = ۰/۱۵\,mol\ \text{ترکیب آلی} \Rightarrow n = ۲$$

پس ترکیب مورد نظر دارای ۲ اتم کربن است. از میان ترکیبات داده شده در گزینه‌ها، تنها اتانول ۲ اتم کربن دارد.

A ۷ ۲ در فرایند انحلال مولکولی، ساختار ماده بدون تغییر باقی می‌ماند. گلوگز، یک ترکیب مولکولی قطبی است و با برقراری پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب، به صورت مولکولی در آن حل می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): پتاسیم استات با فرمول شیمیایی KCH_3COO، یک ترکیب یونی بوده و در آب، به یون‌های سازندهٔ خود (یعنی K^+ و CH_3COO^-) تفکیک می‌شود؛ بنابراین انحلال این ترکیب در آب به صورت یونی است. گزینهٔ (۳): دکان $(C_{10}H_{22})$، یک هیدروکربن بوده و ناقطبی است. میان مولکول‌های این‌ترکیب، نیروی جاذبهٔ وان‌دروالسی بسیار قوی وجود دارد و مانع انحلال این ترکیب در آب می‌شود. گزینهٔ (۴): گاز هیدروژن فلوئورید (HF) یک اسید آرنیوس ضعیف است و به صورت جزئی یونش پیدا می‌کند. با ورود مولکول‌های این ترکیب به درون آب، مقدار کمی از مولکول‌ها به یون‌های H^+ و F^- یونش پیدا کرده و بقیهٔ مولکول‌های HF به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند؛ بنابراین انحلال این ترکیب در آب، به صورت «یونی - مولکولی» است.

B ۸ ۴ انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در دمای $۴۰^\circ C$ و $۷۰^\circ C$، به ترتیب، ۳۰ و ۲۵ گرم نمک در ۱۰۰ گرم آب است؛ بنابراین با افزایش دمای ۱۳۰ گرم محلول از دمای $۴۰^\circ C$ تا $۷۰^\circ C$، ۵ گرم نمک رسوب می‌کند. پس مقدار رسوب حاصل از افزایش دمای ۶۵۰ گرم محلول برابر است با:

$$?\,g\ \text{رسوب} = ۶۵۰\,g\ \text{محلول} \times \frac{۵\,g\ \text{رسوب}}{۱۳۰\,g\ \text{محلول}} = ۲۵\,g\ \text{رسوب}$$

با توجه به اینکه در دمای $۷۰^\circ C$ انحلال‌پذیری این نمک ۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس برای انحلال رسوب ایجاد شده، به ۱۰۰ گرم آب احتیاج داریم.

B ۹ ۱ هنگامی‌که بلور نمک سدیم کلرید در آب وارد می‌شود، مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده و جاذبهٔ یون - دو قطبی ایجاد می‌شود. این جاذبه، باعث جدا شدن یون‌های Na^+ و Cl^- از شبکه شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شوند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): جاذبهٔ ایجاد شده در این انحلال، از نوع «یون - دو قطبی» است. نیروی جاذبهٔ میان مولکول‌های آب و یون‌ها، قوی‌تر از میانگین جاذبهٔ پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های آب و جاذبهٔ یونی میان کاتیون و آنیون‌هاست. گزینهٔ (۳): کاتیون‌ها و آنیون‌ها (نه بلور نمک) با مولکول‌های آب، جاذبهٔ «یون - دوقطبی» برقرار می‌کنند. گزینهٔ (۴): هیدروژن یدید (HI) یک اسید آرنیوس قوی است و به صورت کامل در آب یونیده می‌شود. از انحلال این گاز در آب یون‌های H^+ و I^- تولید می‌شود. همان‌طور که گفته شد، از انحلال سدیم کلرید در آب نیز یون‌های Na^+ و Cl^- تشکیل می‌شود.

B ۱۰ ۲ ابتدا معادلهٔ واکنش سوختن هیدروکربن مورد نظر را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$C_8H_n + (۸ + \frac{n}{۴})O_2 \rightarrow ۸CO_2 + \frac{n}{۲}H_2O$$

سپس به یکی از روش‌های زیر، مقدار n را محاسبه می‌کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$۰/۱\,mol\,C_8H_n \times \frac{\frac{n}{۲}\,mol\,H_2O}{۱\,mol\,C_8H_n} \times \frac{۱۸\,g\,H_2O}{۱\,mol\,H_2O} = ۱۰/۸\,g\,H_2O \Rightarrow n = ۱۲ \Rightarrow C_8H_{12}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول } C_8H_n}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{ضرب×جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۰/۱}{۱} = \frac{۱۰/۸}{\frac{n}{۲}\times ۱۸} \Rightarrow n = ۱۲ \Rightarrow C_8H_{12}$$

فرمول مولکولی یک هیدروکربن غیرحلقوی سیرشده (آلکان) با ۸ اتم کربن، به صورت C_8H_{18} است. به ازای هر پیوند دوگانه، ۲ اتم هیدروژن کم می‌شود. فرمول مولکولی هیدروکربن مورد نظر C_8H_{12} بوده و در مقایسه با هیدروکربن سیرشده، ۶ اتم هیدروژن کمتر دارد؛ بنابراین این ترکیب دارای ۳ پیوند دوگانه است $(\frac{۶}{۲}=۳)$. هر مول پیوند دوگانه با یک مول گاز هیدروژن واکنش می‌دهد. پس جرم گاز هیدروژن برای سیر شدن هر مول C_8H_{12}، برابر است با:

$$?\,g\,H_2 = ۱\,mol\,C_8H_{12} \times \frac{۳\,mol\ \text{پیوند دوگانه}}{۱\,mol\,C_8H_{12}} \times \frac{۱\,mol\,H_2}{۱\,mol\ \text{پیوند دوگانه}} \times \frac{۲\,g\,H_2}{۱\,mol\,H_2} = ۶\,g\,H_2$$

C ۱۱ ۳ عناصر $_3Li$، $_4Be$، $_5B$ و $_6C$ به ترتیب چهار عنصر آغازی دورهٔ دوم جدول تناوبی هستند. از میان این عناصر، $_3Li$ یک فلز قلیایی بوده و بیشترین واکنش‌پذیری را دارد. کمترین واکنش‌پذیری مربوط به نافلز گروه ۱۴ یعنی $_6C$ می‌باشد. مقایسهٔ واکنش‌پذیری این ۴ عنصر به صورت زیر است:

مقایسهٔ واکنش‌پذیری: $_3Li(Y) > {}_4Be(D) > {}_5B(X) > {}_6C(Z)$

بررسی گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): کربن $(_6C)$ یون پایدار تک‌اتمی تشکیل نمی‌دهد. همچنین بور $(_5B)$ یک شبه‌فلز بوده و با به اشتراک گذاشتن الکترون، به آرایش گاز نجیب Ne می‌رسد و یون پایدار تشکیل نمی‌دهد. گزینهٔ (۲): با پیمایش هر دوره از چپ به راست، عدد اتمی افزایش و شعاع اتمی کاهش می‌یابد. پس شعاع اتمی D از X بزرگ‌تر و از Y کوچک‌تر است.

مقایسهٔ شعاع اتمی: $_3Li(Y) > {}_4Be(D) > {}_5B(X) > {}_6C(Z)$

گزینهٔ (۳): آرایش الکترونی عناصر $_4Be$ و $_5B$ به صورت زیر است. در $_4Be$ همهٔ زیرلایه‌ها با الکترون پر شده‌اند؛ اما در $_5B$، زیرلایهٔ 2p ناقص است.

$$_4Be: ۱s^۲ ۲s^۲ \quad , \quad {}_5B: ۱s^۲ ۲s^۲ \underline{۲p^۱}$$

گزینهٔ (۴): زیرلایه‌های s و p، به‌ترتیب l برابر صفر و یک دارند. آرایش الکترونی عناصر $_3Li$ و $_6C$ به صورت زیر است. مطابق آرایش‌های الکترونی زیر، عنصر $_3Li$ (Y) دارای ۳ الکترون در زیرلایهٔ s و عنصر $_6C$ (Z)، دارای ۲ الکترون در زیرلایهٔ p می‌باشد.

$$_3Li: \underline{۱s^۲ ۲s^۱}, \quad {}_6C: ۱s^۲ ۲s^۲ \underline{۲p^۲}$$

۱۲ (B) **۴** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش داده شده به صورت مقابل است: $2HNO_3(aq)+3H_2S(g)\rightarrow 3S(s)+2NO(g)+4H_2O(l)$

ترکیبات مولکولی در فراورده‌ها شامل NO و H_2O است. مجموع ضرایب استوکیومتری این دو ترکیب در واکنش برابر ۶ است؛ بنابراین خواهیم داشت:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\ \text{ترکیب مولکولی}=6/72L\ H_2S\times\frac{1\,mol\ H_2S}{22/4L\ H_2S}\times\frac{6mol\ \text{ترکیب مولکولی}}{3mol\ H_2S}\times\underbrace{\frac{R}{100}}_{\text{بازده}}=0/45mol\ \text{ترکیب مولکولی}\Rightarrow R=\%75$$

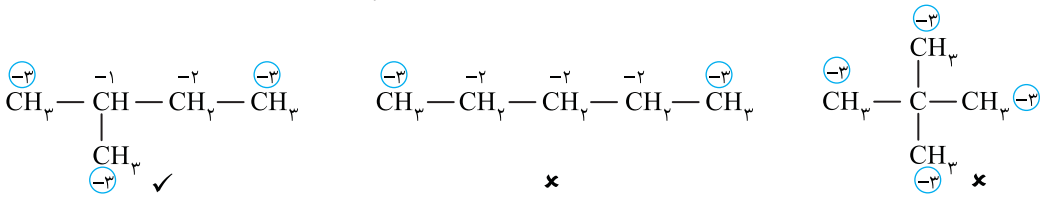
روش دوم (تناسب):

$$\frac{H_2S\ \text{لیتر}\times\frac{R}{100}}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}=\frac{\text{مجموع مول NO و }H_2O}{\text{مجموع ضرایب NO و }H_2O}\Rightarrow\frac{6/72\times\frac{R}{100}}{3\times22/4}=\frac{0/45}{6}\Rightarrow R=\%75$$

۱۳ (C) **۱** فرمول عمومی آلکان‌ها به‌صورت C_nH_{2n+2} می‌باشد:

$$\frac{\text{شمار اتم‌های هیدروژن}}{\text{شمار اتم‌های کربن}}=\frac{2n+2}{n}=2/4\Rightarrow 2/4n=2n+2\Rightarrow n=5\Rightarrow C_5H_{12}$$

بنابراین آلکان مورد نظر، پنتان (C_5H_{12}) است. این آلکان دارای ۳ ایزومر است که فقط در یک مورد از آن‌ها، ۳ اتم کربن با عدد اکسایش (-3) وجود دارد.



۱۴ (B) **۲** به کمک واکنش‌های داده شده، آنتالپی واکنش (III) یعنی: $Cu(s)+F_2(g)\rightarrow CuF_2(s)$ را محاسبه می‌کنیم. واکنش صورت سؤال را بدون تغییر، واکنش (I) را معکوس و واکنش (II) را بدون تغییر می‌نویسیم:

واکنش صورت سؤال: $2NF_3(g)+Cu(s)\rightarrow N_2F_4(g)+CuF_2(g),\ \Delta H=-310kJ$

واکنش کمکی (I): $N_2F_4(g)+2NOF(g)\rightarrow 2NF_3(g)+2NO(g),\ \Delta H=+83kJ$

واکنش کمکی (II): $2NO(g)+F_2(g)\rightarrow 2NOF(g),\ \Delta H=-320kJ$

واکنش (III): $Cu(s)+F_2(g)\rightarrow CuF_2(g),\ \Delta H=-310+83-320=-547kJ$

۱۵ (C) **۴** با توجه به برابر بودن سرعت مصرف A و D، در مدت زمان یکسان، مقدار مول مصرفی این دو ماده برابر است. اگر مقدار مول A و D مصرف شده را n فرض کنیم، مقدار فراورده‌های تولیدی برابر است با:

$$I)\ ?\,mol\ \text{فراورده}=n\,mol\ A\times\frac{4mol\ \text{فراورده}}{2mol\ A}=2n\,mol\ \text{فراورده}$$

$$II)\ ?\,mol\ \text{فراورده}=n\,mol\ D\times\frac{3mol\ \text{فراورده}}{3mol\ D}=n\,mol\ \text{فراورده}$$

$$\frac{\text{شمار مول‌های فراوردهٔ واکنش (I)}}{\text{شمار مول‌های فراوردهٔ واکنش (II)}}=\frac{2n}{n}=2$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): چون سرعت و مدت زمان مصرف دو مادهٔ A و D یکسان است، شمار مول‌های مصرفی این دو ماده نیز برابر خواهد بود.

$$\bar{R}=\frac{-\Delta n}{\Delta t}\xrightarrow{\bar{R}_A=\bar{R}_D,\ \Delta t_A=\Delta t_D}\Delta n_A=\Delta n_D$$

گزینهٔ (۲): سرعت متوسط مصرف A و D را $\bar{R}$ در نظر می‌گیریم. پس می‌توان نوشت:

$$\bar{R}_A=\bar{R}_D=\bar{R}$$

$$\begin{cases}\frac{\bar{R}_A}{2}=\frac{\bar{R}_M}{1}\Rightarrow\bar{R}_M=\frac{\bar{R}}{2}\\ \frac{\bar{R}_D}{3}=\frac{\bar{R}_E}{1}\Rightarrow\bar{R}_E=\frac{\bar{R}}{3}\end{cases}\Rightarrow\frac{\bar{R}_E}{\bar{R}_M}=\frac{\frac{\bar{R}}{3}}{\frac{\bar{R}}{2}}=\frac{2}{3}$$

گزینهٔ (۳): سرعت متوسط مصرف A و D را $\bar{R}$ در نظر می‌گیریم. پس می‌توان نوشت:

$$\bar{R}_A=\bar{R}_D=\bar{R}$$

$$\frac{\bar{R}_D}{3}=\frac{\bar{R}_E}{1}=\frac{\bar{R}_R}{2}\Rightarrow\bar{R}_E=\frac{\bar{R}}{3},\quad\bar{R}_R=\frac{2\bar{R}}{3}$$

سرعت متوسط مصرف A، ۱/۵ برابر سرعت متوسط تشکیل R و ۳ برابر سرعت متوسط تشکیل E است.

$$\frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_R}=\frac{\bar{R}}{\frac{2\bar{R}}{3}}=1/5,\quad\frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_E}=\frac{\bar{R}}{\frac{\bar{R}}{3}}=3$$

۱۶ (B) **۱** به کمک مقدار گرمای تولید شده، مقدار مول هر ذره را محاسبه می‌کنیم.

$$8HCl\ \text{ذرهٔ}\times\frac{n\,mol\ HCl}{1\ HCl\ \text{ذرهٔ}}\times\frac{184kJ}{2mol\ HCl}=92kJ\Rightarrow n=0/125$$

هر ذره معادل ۰/۱۲۵ مول است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): در دمای ثابت، تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی واکنش‌دهنده‌ها $(H_2$ و $Cl_2)$ و فراورده‌ها (HCl) وجود ندارد. گزینهٔ (۳): شیمی‌دان‌ها، گرمای جذب شده یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به طور عمده، وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده می‌دانند.

گزینهٔ (۴):

ΔH واکنش = [مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها] − [مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها]

$\Rightarrow -۱۸۴ =$ [مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها] − [۲(۴۳۱)] $\Rightarrow$ مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها $= ۶۷۸ kJ$

B ۱۷ ۳ ابتدا مقدار مول HF تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\,HF = ۲۰۵kJ \times \frac{۴\,mol\,HF}{۸۲۰kJ} = ۱\,mol\,HF$$

روش دوم (تناسب):

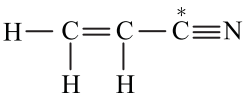
$$\frac{\text{مول HF}}{\text{ضریب}} = \frac{Q}{\Delta H} \Rightarrow \frac{x\,mol\,HF}{۴} = \frac{۲۰۵}{۸۲۰} \Rightarrow x = ۱\,mol\,HF$$

سپس سرعت متوسط تولید HF را به دست می‌آوریم.

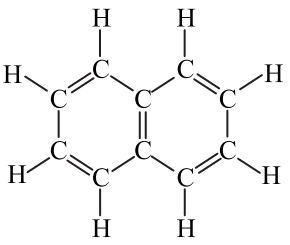
$$\text{غلظت مولی HF} = \frac{n}{V} = \frac{۱\,mol}{۴L} = ۰/۲۵ mol.L^{-۱}$$

$$\bar{R}_{HF} = \frac{\Delta[HF]}{\Delta t} = \frac{۰/۲۵ mol.L^{-۱}}{(\frac{۲۰}{۶۰})\,min} = ۰/۷۵ mol.L^{-۱}.min^{-۱}$$

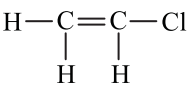
B ۱۸ ۱ از میان ترکیبات داده شده، تنها در ساختار سیانواتن یک اتم کربن با ۳ اتم دیگر پیوند اشتراکی ندارد.



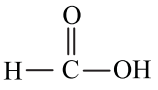
بررسی سایر گزینه‌ها:



«نفتالن»



«وینیل کلرید»



«فرمیک اسید»

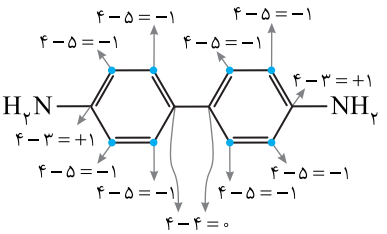
C ۱۹ ۲ هر دو مولکول داده شده، به دلیل داشتن حلقهٔ بنزن در ساختار خود، آروماتیک‌اند. فرمول مولکولی دو ترکیب به صورت زیر است:

$$a \text{ ترکیب}: C_{۱۲}H_{۱۲}N_۲ \quad , \quad b \text{ ترکیب}: C_{۱۰}H_۸O_۲$$

مجموع شمار اتم‌ها در ترکیب a، ۱/۳ برابر مجموع شمار اتم‌ها در ترکیب b است $(\frac{۲۶}{۲۰} = ۱/۳)$. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش سوختن ترکیب b، به صورت روبه‌رو است. طی این واکنش با مصرف ۱۱ مول $O_۲$، ۱۴ مول فراورده تولید می‌شود.

$$C_{۱۰}H_۸O_۲ + ۱۱O_۲ \rightarrow ۱۰CO_۲ + ۴H_۲O$$

گزینهٔ (۳): در ترکیب a، ۸ کربن عدد اکسایش منفی دارند.



گزینهٔ (۴):

$$\begin{cases} (a)\ C_{۱۲}H_{۱۲}N_۲ \text{ جرم مولی} = \underbrace{(۱۲\times۱۲)}_{C} + \underbrace{(۱۲\times۱)}_{H} + \underbrace{(۲\times۱۴)}_{N} = ۱۸۴ g.mol^{-۱} \\ (b)\ C_{۱۰}H_۸O_۲ \text{ جرم مولی} = \underbrace{(۱۰\times۱۲)}_{C} + \underbrace{(۸\times۱)}_{H} + \underbrace{(۲\times۱۶)}_{N} = ۱۶۰ g.mol^{-۱} \end{cases} \Rightarrow \text{تفاوت جرم مولی} = ۱۸۴ - ۱۶۰ = ۲۴ g.mol^{-۱}$$

A ۲۰ ۳ سود سوزآور، باز آرنیوس بوده و pH بزرگ‌تر از ۷ دارد. جوهر نمک اسید آرنیوس بوده و pH کوچک‌تر از ۷ دارد. این دو ترکیب از جمله پاک‌کننده‌های خورنده هستند؛ بنابراین پاک‌کننده‌های خورنده می‌توانند pH بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از ۷ داشته باشند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): پاک‌کننده‌های خورنده همانند پاک‌کننده‌های صابونی با ذره‌ها برهم‌کنش دارند. پاک‌کننده‌های خورنده علاوه بر برهم‌کنش با ذره‌ها، با آن‌ها واکنش نیز می‌دهند. گزینهٔ (۲): پاک‌کننده‌های خورنده برخلاف پاک‌کننده‌های غیرصابونی، از نظر شیمیایی فعال هستند و با آلاینده‌ها واکنش می‌دهند. گزینهٔ (۴): مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم، نمونه‌ای از پاک‌کننده‌های خورنده است که گاز هیدروژن تولید می‌کند. این گاز با ایجاد فشار، خاصیت پاک‌کنندگی را افزایش می‌دهد.

B ۲۱ ۴ هیدروکلریک اسید، یک اسید قوی بوده و غلظت یون H^+ آن، با غلظت اولیهٔ اسید برابر است. از طرفی چون دو محلول pH برابر دارند، غلظت یون H^+ آن‌ها با یکدیگر برابر است.

$$[H^+]_{HCl} = M_{HCl} = ۲\times۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱}$$

قسمت اول: برای محاسبهٔ درصد یونش اسید HA، غلظت تعادلی این اسید را محاسبه می‌کنیم. با توجه به اینکه اسید HA یک اسید بسیار ضعیف است $(K_a < ۱۰^{-۳})$، می‌توان غلظت اولیه و تعادلی آن را یکسان در نظر گرفت.

$$[HA] = M - [H^+] \simeq M$$

$$K_a=\frac{[H^+]^2}{[HA]}\xrightarrow{[HA]=M}2\times10^{-5}=\frac{(2\times10^{-3})^2}{M}\Rightarrow M=2\times10^{-1}\,mol.L^{-1}\qquad \%\alpha=\frac{[H^+]}{M_{HA}}\times100=\frac{2\times10^{-3}}{2\times10^{-1}}\times100=\%1$$

$$?\,g\,HA=200mL\,\text{محلول}\times\frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000mL\,\text{محلول}}\times\frac{2\times10^{-1}\,mol\,HA}{1\,L\,\text{محلول}}\times\frac{50g\,HA}{1\,mol\,HA}=2g\,HA$$

قسمت دوم:

B ۲۲ ۴ مقدار pH برای محلول حاوی اسید قوی یک مولار برابر صفر و برای محلول حاوی باز قوی یک مولار، برابر ۱۴ است. تفاوت pH این دو محلول برابر ۱۴ می‌باشد:

$$\begin{cases}[H^+]=M_{HA}=1\,mol.L^{-1}\Rightarrow pH=-\log[H^+]=-\log1=0\\ [OH]^-=M_{DOH}=1\,mol.L^{-1}\Rightarrow pOH=-\log[OH^-]=-\log1=0\Rightarrow pH=14-0=14\end{cases}\Rightarrow\Delta pH=14-0=14$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): نسبت $[H^+]$ به $[OH^-]$ کمتر از یک است، پس در محلول مورد نظر، غلظت یون هیدروکسید بیشتر از غلظت یون هیدرونیوم بوده و این محلول خاصیت بازی دارد. کاغذ pH در محلول‌های بازی، آبی‌رنگ است. گزینهٔ (۲): اگر رسانایی الکتریکی دو محلول HA و HX برابر باشد، غلظت یون‌های آن‌ها نیز با هم برابر است. برای مقایسهٔ غلظت آغازین دو اسید، باید قدرت اسیدی آن‌ها را بررسی کرد. گزینهٔ (۳): گسترهٔ تغییر pH در محلول‌های آبی، بین صفر تا ۱۴ است.

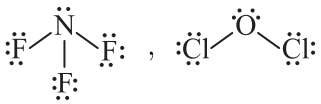
B ۲۳ ۱ قدرت اکسندگی A^{2+} بیشتر از X^{2+} است و در سری الکتروشیمیایی در موقعیت بالاتری قرار گرفته است؛ بنابراین E° فلز A مثبت است $(E^\circ(A^{2+}/A)>0)$. فلز X در مقایسه با فلز A، تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارد. پس محلول A^{2+} را نمی‌توان در ظرفی از جنس X نگهداری کرد؛ زیرا اتم‌های X با از دست دادن الکترون به صورت X^{2+} وارد محلول می‌شوند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): قدرت اکسندگی X^{2+} می‌تواند بیشتر یا کمتر از قدرت اکسندگی Y^{2+} باشد. همچنین E° فلز Y، می‌تواند مثبت یا منفی باشد. گزینهٔ (۳): قدرت کاهندگی A کمتر از Y است؛ بنابراین در سلول گالوانی تشکیل شده از این دو فلز، تیغهٔ A کاتد و تیغهٔ Y، آند است، پس جهت حرکت الکترون از Y (آند) به سمت A (کاتد) می‌باشد. گزینهٔ (۴): در صورت سؤال، مقایسه‌ای بین X و Y انجام نشده است؛ پس نمی‌توان راجع به انجام‌پذیر بودن یا نبودن واکنش داده شده اظهارنظر کرد.

C ۲۴ ۱ در فرایند آبکاری فلز با نقره، اتم‌های نقره بر روی الکترود کاتد رسوب می‌کنند و جرم الکترود کاتد افزایش می‌یابد. در سلول گالوانی «هیدروژن - مس»، یون‌های Cu^{2+} با دریافت الکترون به صورت $Cu(s)$، بر روی الکترود کاتد رسوب می‌کنند؛ بنابراین جرم الکترود کاتد افزایش می‌یابد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه‌های (۲) و (۴): در فرایند آبکاری با فلز نقره، اتم‌های نقره اکسایش می‌یابند و در سلول گالوانی «هیدروژن - مس»، اتم‌های هیدروژن اکسایش می‌یابند. گزینهٔ (۳): در فرایند آبکاری فلز با نقره، اتم‌های نقره اکسایش یافته و به صورت Ag^+ وارد محلول می‌شوند؛ از این‌رو جرم الکترود آند کاهش می‌یابد. در سلول گالوانی «هیدروژن - مس» اتم‌های هیدروژن اکسایش می‌یابند؛ اما دقت داشته باشید که جرم تیغهٔ آند کاهش نمی‌یابد، زیرا این الکترود از جنس پلاتین بوده، وارد واکنش نمی‌شود و در نتیجه بی‌اثر است..

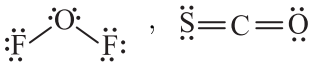
B ۲۵ ۲ در هر واکنش اکسایش - کاهش، مقدار بار الکتریکی در دو سمت واکنش باید برابر باشد. پس می‌توان نوشت:

$$\text{مقدار بار الکتریکی در سمت راست=مقدار بار الکتریکی در سمت چپ}\Rightarrow3(+n)=b(+3)\Rightarrow\frac{n}{b}=1$$

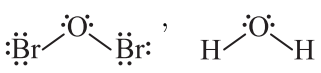
A ۲۶ ۳ خصلت نافلزی F بیشتر از N و خصلت نافلزی O، بیشتر از Cl است. بنابراین اتم مرکزی در مولکول‌های NF_3 و OCl_2 به‌ترتیب بار جزئی مثبت و منفی دارند. این دو مولکول به دلیل داشتن الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی، قطبی هستند.



بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): خصلت نافلزی C، کمتر از O و S بوده و خصلت نافلزی O، کمتر از F است؛ بنابراین اتم مرکزی در دو ترکیب SCO و OF_2 بار جزئی مثبت دارند. در مولکول SCO، اتم مرکزی به اتم‌های متفاوتی متصل بوده و این مولکول قطبی است. در مولکول OF_2، اتم مرکزی دارای الکترون ناپیوندی است و گشتاور دو قطبی بزرگ‌تر از صفر دارد.



گزینهٔ (۴): خصلت نافلزی O از H و Br بیشتر است؛ بنابراین این اتم در ترکیبات H_2O و OBr_2، بار جزئی منفی دارد. این دو مولکول به دلیل حضور الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی، قطبی هستند.



B ۲۷ ۱ ترکیبات CaO و BaO، به دلیل داشتن یون‌های با بار بیشتر، آنتالپی فروپاشی بیشتری دارند. در مقایسهٔ این دو، شعاع Ca^{2+} کمتر از Ba^{2+} است؛ در نتیجه آنتالپی فروپاشی شبکهٔ CaO بزرگ‌تر خواهد بود $(CaO>BaO)$. در مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی ترکیبات LiF و KBr که بار یون‌های آن‌ها یکسان است، LiF آنتالپی فروپاشی بزرگ‌تری دارد؛ زیرا شعاع یون‌های Li^+ و F^- به ترتیب از شعاع K^+ و Br^- کوچک‌تر است $(LiF>KBr)$. پس می‌توان نوشت:

آنتالپی فروپاشی شبکه: $(a)CaO>(c)BaO>(b)LiF>(d)KBr$

با توجه به مقایسهٔ بالا، تنها گزینهٔ (۱) صحیح است.

C ۲۸ ۳ نسبت تغییرات مول ترکیبات با ضریب استوکیومتری آن‌ها متناسب است. پس می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{تغییر جرم NO}}{\text{تغییر جرم }O_2}=\frac{\text{ضریب NO}\times\text{جرم مولی}}{\text{ضریب }O_2\times\text{جرم مولی}}=\frac{2\times30}{1\times32}=1/875$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): با کاهش دما، تعادل در جهت تولید گرما (یعنی در جهت رفت) جابه‌جا شده و مقدار گاز قهوه‌ای رنگ NO_2 افزایش می‌یابد و مخلوط تیره‌تر می‌شود. طبق قانون پایستگی جرم در واکنش‌های شیمیایی، تغییر جرم فراورده‌ها، برابر مجموع تغییر جرم واکنش‌دهنده‌ها است.

گزینهٔ (۲): با کاهش حجم ظرف واکنش، تعادل در جهت شمار مول‌های گازی کمتر (یعنی در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود و شمار مول‌های گازی درون ظرف کاهش می‌یابد. در دمای ثابت، مقدار K ثابت است؛ زیرا مقدار عددی K فقط به دما وابسته است. گزینهٔ (۴): با افزایش حجم ظرف واکنش، فارغ از اینکه واکنش در کدام جهت جابه‌جا شده، غلظت همهٔ مواد در تعادل کاهش می‌یابد.

B ۲۹ ۲ ترکیبات A، X و Y به ترتیب اتیل اتانوات $(C_4H_8O_2)$، هیدروژن کلرید (HCl) و اتیلن گلیکول $(C_2H_6O_2)$ هستند. تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول‌های A و Y برابر ۲ بوده و این مقدار ۲ برابر شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول X است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): ساختار ترکیبات مورد نظر به صورت مقابل است:

Y: (اتیلن گلیکول) $CH_2(OH)-CH_2(OH)$ ⇒ شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی = ۴

محصول واکنش II (کلرو اتان): CH_3-CH_2-Cl ⇒ شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی = ۳

گزینهٔ (۳): جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول A، ۲ برابر جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول Y است:

$$\begin{cases}(C_4H_8O_2)\ A: 4C+8(+1)+2(-2)=0 \Rightarrow 4C=-4\\ (C_2H_6O_2)\ Y: 2C+6(+1)+2(-2)=0 \Rightarrow 2C=-2\end{cases} \Rightarrow \text{نسبت خواسته شده}=\frac{-4}{-2}=2$$

گزینهٔ (۴): مولکول‌های اتیل استات (A) و هیدروژن کلرید (X) برخلاف اتیلن گلیکول (Y)، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های خود را ندارند؛ زیرا فاقد اتم هیدروژن متصل به اتم O، F یا N هستند.

C ۳۰ ۴ ابتدا ثابت تعادل واکنش داده شده را محاسبه می‌کنیم.

$$K=\frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]}=\frac{(\frac{0/2}{5})^2}{(\frac{0/1}{5})(\frac{0/1}{5})}=4$$

با افزودن گاز NO به ظرف واکنش، تعادل در جهت مصرف این گاز (یعنی در جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود. جدول تغییرات مول مواد را پس از تزریق گاز NO رسم می‌کنیم:

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$$

مقدار مول اولیه	۰/۱	۰/۱	۰/۳
تغییرات مول	$+x$	$+x$	$-2x$
مقدار مول نهایی	$0/1+x$	$0/1+x$	$0/3-2x$

$$\text{مقدار مول NO پس از اعمال تغییر} = 0/2+0/2(\frac{50}{100})=0/3\,mol$$

طی این فرایند دما تغییر نکرده است؛ پس مقدار K ثابت است. به این ترتیب مقدار x برابر است با:

$$K=4=\frac{(0/3-2x)^2}{(0/1+x)(0/1+x)} \xrightarrow{\text{جذر}} 2=\frac{(0/3-2x)}{(0/1+x)} \Rightarrow x=0/025$$

اکنون غلظت N_2 را در تعادل جدید محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت نهایی } N_2=\frac{(0/1+x)mol}{5L}=\frac{(0/1+0/025)mol}{5L}=0/025\,mol.L^{-1}$$

پاسخ کنکور ۱۴۰۵ رشتهٔ تجربی

C ۱ ۴ ابتدا مقدار مول N_2 و CO_2 را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,CO_2=44g\,CO_2\times\frac{1\,mol\,CO_2}{44g\,CO_2}=1\,mol\,CO_2$$

$$?\,mol\,N_2=14g\,N_2\times\frac{1\,mol\,N_2}{28g\,N_2}=0/5\,mol\,N_2$$

نسبت مول اتم‌ها، با نسبت تعداد آن‌ها برابر است. حال تعداد مول اتم‌ها را در هر ترکیب محاسبه می‌کنیم:

$$N_2: ?\,mol\,atom=0/5\,mol\,N_2\times\frac{2\,mol\,atom}{1\,mol\,N_2}=1\,mol\,atom$$

$$CO_2: ?\,mol\,atom=1\,mol\,CO_2\times\frac{3\,mol\,atom}{1\,mol\,CO_2}=3\,mol\,atom$$

$$\frac{\text{شمار اتم‌ها در شکل (ب)}}{\text{شمار اتم‌ها در شکل (الف)}}=\frac{\text{مقدار مول اتم‌ها در شکل (ب)}}{\text{مقدار مول اتم‌ها در شکل (الف)}}=\frac{3}{1}=3$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): در شرایط STP، حجم هر مول گاز برابر ۲۲/۴ لیتر است. مجموع مقدار گازهای N_2 و CO_2 برابر $1/5\,mol$ $(1+0/5)$ است؛ پس می‌توان نوشت:

$$?\,L\,\text{گاز}=1/5\,mol\,\text{گاز}\times\frac{22/4L\,\text{گاز}}{1\,mol\,\text{گاز}}=33/6L\,\text{گاز}$$

مجموع حجم این دو گاز $(a+b)$، برابر ۳۳/۶ لیتر می‌باشد. گزینهٔ (۲): مقدار هر یک از پارامترهای داده شده را به‌دست می‌آوریم:

$$N_2: ?\,L\,N_2=0/5\,mol\,N_2\times\frac{22/4L\,N_2}{1\,mol\,N_2}=11/2L\,N_2 \Rightarrow a=11/2$$

$$?\,molecule\,N_2:0/5\,mol\,N_2\times\frac{N_A\,molecule\,N_2}{1\,mol\,N_2}=0/5N_A\,molecule\,N_2\Rightarrow c=0/5N_A$$

$$CO_2:?\,L\,CO_2=1\,mol\,CO_2\times\frac{22/4\,L\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}=22/4\,L\,CO_2\Rightarrow b=22/4$$

$$?\,molecule\,CO_2:1\,mol\,CO_2\times\frac{N_A\,molecule\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}=N_A\,molecule\,CO_2\Rightarrow d=N_A$$

$$\begin{cases}a\times d=11/2\times N_A\\ b\times c=22/4\times 0/5N_A\end{cases}\Rightarrow a\times d=b\times c=67/872$$

با توجه به مقادیر به‌دست آمده، مقدار عدد $(a\times d)$ و $(c\times b)$ یکسان و برابر $11/2N_A$ می‌باشد.

گزینهٔ (۳): ابتدا شمار اتم‌های موجود در هر ظرف را به‌دست می‌آوریم:

$$N_2:?\,atom=0/5\,mol\,N_2\times\frac{2\,mol\,atom}{1\,mol\,N_2}\times\frac{6/02\times10^{23}\,atom}{1\,mol\,atom}=6/02\times10^{23}\,atom$$

$$CO_2:?\,atom=1\,mol\,CO_2\times\frac{3\,mol\,atom}{1\,mol\,CO_2}\times\frac{6/02\times10^{23}\,atom}{1\,mol\,atom}=18/06\times10^{23}\,atom$$

مجموع شمار اتم‌ها در دو ظرف برابر $2/408\times10^{24}$ $(18/06\times10^{23}+6/02\times10^{23})$ است.

A ۲ ۳ معادلهٔ نمادی، افزون‌بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آن‌ها و اطلاعاتی دربارهٔ شرایط واکنش نیز ارائه کند.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): در هر معادلهٔ موازنه شده، شمار اتم‌های هر عنصر (نه مولکول‌ها!) در دو سمت واکنش برابر بوده و واکنش از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند. گزینهٔ (۲): مقدار فشار نشان داده شده بر روی فلش واکنش، بیانگر این است که واکنش مورد نظر در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود. نه اینکه واکنش‌دهنده‌ها با فشار $20atm$ وارد ظرف واکنش می‌شوند. گزینهٔ (۴): ضرایب استوکیومتری، مقدار مول یا شمار اتم‌ها، مولکول‌ها و ترکیبات یونی را نشان می‌دهد. به عنوان مثال در معادلهٔ نمادی $2Na(s)+Cl_2(g)\rightarrow 2NaCl(s)$ می‌توان نتیجه گرفت: ۲ مول سدیم جامد با یک مول گاز کلر واکنش داده و دو مول ترکیب یونی سدیم کلرید تولید می‌شود، یا دو اتم سدیم با یک مولکول کلر گازی واکنش داده و دو واحد فرمولی سدیم کلرید تولید می‌شود.

C ۲ ۳ ابتدا مجموع مقدار مول گازهای NO و H_2 را پس از انجام واکنش به‌دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,NO\,و\,H_2=5L\,ظرف\times\frac{0/6mol\,NO\,و\,H_2}{1\,L\,ظرف}=0/3mol\,NO\,و\,H_2$$

با توجه به پیشرفت ۸۰٪ واکنش، می‌توان نتیجه گرفت که ۲۰٪ واکنش‌دهنده‌ها باقی‌مانده است که مجموع مول آن‌ها برابر $0/3mol$ است. اکنون مجموع مول واکنش‌دهنده‌ها را در ابتدای واکنش محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مجموع مول NO و } H_2\text{ در ابتدای واکنش}=0/3mol\times\frac{100}{20}=1/5mol\,NO\,و\,H_2$$

با توجه به یکسان بودن ضرایب NO و H_2 می توان نتیجه گرفت که مقدار مول اولیهٔ هر یک از آن‌ها برابر $0/75mol$ $(\frac{1/5}{2})$ است؛ پس خواهیم داشت:

$$?\,g\,H_2\,(\text{اولیه})=0/75mol\,H_2\times\frac{2g\,H_2}{1\,mol\,H_2}=1/5g\,H_2$$

$$?\,g\,NO\,(\text{اولیه})=0/75mol\,NO\times\frac{30g\,NO}{1\,mol\,NO}=22/5g\,NO$$

$$\text{مجموع جرم NO و } H_2\text{ اولیه}=22/5+1/5=24g$$

B ۲ ۴ نسبت شمار کاتیون به آنیون در ترکیبات آلومینیم فسفات و آهن (II) کربنات یکسان و برابر یک است:

آلومینیم فسفات: $Al^{3+}\,PO_4^{3-}\Rightarrow AlPO_4\Rightarrow\frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}}=\frac{1}{1}=1$

آهن (II) کربنات: $Fe^{2+}\,CO_3^{2-}\Rightarrow FeCO_3\Rightarrow\frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}}=\frac{1}{1}=1$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱):

پتاسیم سیلیکات: $K^{+}\,SiO_4^{4-}\Rightarrow K_4SiO_4\Rightarrow\frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}}=\frac{4}{1}=4$

نقره استات: $Ag^{+}\,CH_3COO^{-}\Rightarrow AgCH_3COO\Rightarrow\frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}}=\frac{1}{1}=1$

گزینهٔ (۳):

آمونیوم کربنات: $NH_4^{+}\,CO_3^{2-}\Rightarrow(NH_4)_2CO_3\Rightarrow\frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}}=\frac{1}{2}$

اسکاندیم پرکلرات: $Sc^{3+}\,ClO_4^{-}\Rightarrow Sc(ClO_4)_3\Rightarrow\frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}}=\frac{1}{3}$

گزینهٔ (۴):

سدیم هیدروژن‌کربنات: $Na^{+}\ HCO_3^{-} \Rightarrow NaHCO_3 \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}}=\frac{1}{1}=1$

منیزیم کلرید: $Mg^{2+}\ Cl^{-} \Rightarrow MgCl_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}}=\frac{1}{2}$

C ۵ ۳ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش انجام شده به‌صورت روبه‌رو است: $Zn(s)+2AgNO_3(aq)\rightarrow Zn(NO_3)_2(aq)+Ag(s)$

مقدار اولیه پودر دارای فلز روی را x فرض کرده و جرم فلز نقره را برحسب x به‌دست می‌آوریم.

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,Ag=x\,g\,Zn\,\text{ناخالص}\times\frac{65g\,Zn\,\text{خالص}}{100g\,Zn\,\text{ناخالص}}\times\frac{1mol\,Zn}{65g\,Zn}\times\frac{2mol\,Ag}{1mol\,Zn}\times\frac{108g\,Ag}{1mol\,Ag}=2/16x\,g\,Ag$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم روی ناخالص}\times\frac{P}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم Ag}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{x\times\frac{65}{100}}{1\times65}=\frac{\text{جرم Ag}}{2\times108}\Rightarrow\text{جرم Ag}=2/16x\,g$$

درصد خلوص نمونهٔ حاوی فلز روی برابر ۶۵٪ است، پس درصد ناخالصی آن ۳۵٪ می‌باشد $(100-65=35)$. حال می‌توانیم جرم ناخالصی را حساب کنیم.

$$\text{جرم ناخالصی}=x\,g\,Zn\,\text{ناخالص}\times\frac{35g\,\text{ناخالصی}}{100g\,Zn\,\text{ناخالص}}=0/35x\,g\,\text{ناخالصی}$$

حال به کمک دادهٔ صورت سؤال، مقدار x را به‌دست می‌آوریم: $\text{جرم نمونهٔ روی}=\text{جرم فلز نقره تولیدی}+\text{جرم ناخالصی}=0/35x+2/16x=50/2\Rightarrow x=20g$

در ادامه جرم یون نیترات (NO_3^-) موجود در محلول آغازی را محاسبه و غلظت ppm آن را به‌دست می‌آوریم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,NO_3^-=20g\,Zn\,\text{ناخالص}\times\frac{65g\,Zn\,\text{خالص}}{100g\,Zn\,\text{ناخالص}}\times\frac{1mol\,Zn}{65g\,Zn}\times\frac{2mol\,AgNO_3}{1mol\,Zn}\times\frac{1mol\,NO_3}{1mol\,AgNO_3}\times\frac{62g\,NO_3^-}{1mol\,NO_3^-}=24/8g\,NO_3^-$$

روش دوم (تناسب): با توجه به معادلهٔ واکنش، یک مول Zn متناسب با دو مول NO_3^- است؛ پس خواهیم داشت: $(1Zn\cong2NO_3^-)$

$$\frac{\text{جرم Zn ناخالص}\times\frac{P}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم }NO_3^-}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{20\times\frac{65}{100}}{1\times65}=\frac{mg\,NO_3^-}{2\times62}\Rightarrow m=24/8g\,NO_3^-$$

$$\text{غلظت ppm}=\frac{\text{گرم حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}}\times10^6\Rightarrow ppm=\frac{24/8}{2000}\times10^6=12400$$

B ۶ ۱ عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند. سه عنصر آغازی گروه ۱۷ جدول تناوبی، فلوئور $(_9F)$، کلر $(_{17}Cl)$ و برم $(_{35}Br)$ هستند. از واکنش این عناصر با گاز هیدروژن، به‌ترتیب HF، HCl و HBr تولید می‌شود. مولکول‌های HF توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارند؛ از این‌رو این ترکیب بیشترین نقطهٔ جوش را دارد. HBr در مقایسه با HCl، جرم مولی بیشتری داشته و در نتیجه نقطهٔ جوش بالاتری دارد. پس مقایسهٔ نقطهٔ جوش این ۳ ترکیب به‌صورت « $HF>HBr>HCl$ » است و ترکیبات A، X و D به‌ترتیب HCl، HBr و HF هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): هر چه قدرت نیروهای بین مولکولی در ترکیبی بیشتر باشد، آن ترکیب نقطهٔ جوش بالاتری داشته و آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود. ترکیب D در مقایسه با دو ترکیب دیگر، نقطهٔ جوش بالاتری داشته و آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود و A در مقایسه با دیگر ترکیبات، نقطهٔ جوش پایین‌تری دارد و دشوارتر به مایع تبدیل می‌شود. عبارت (ب): جرم مولی ترکیب X بیشتر از جرم مولی دو ترکیب A و D است. عبارت (پ): مولکول‌های A و X، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی ندارند، از این‌رو نیروی بین مولکولی در آن‌ها، از نوع وان‌دروالسی است. نیروی بین مولکولی غالب در ترکیب D از نوع هیدروژنی است. عبارت (ت): اتم F در مقایسه با Cl و Br، خصلت نافلزی بیشتری دارد؛ از این‌رو مقایسهٔ قطبیت پیوند و گشتاور دوقطبی ترکیب‌ها به صورت « $(HF)\,D>(HCl)\,A>(HBr)\,X$ » است.

B ۷ ۲ قسمت اول: میزان انحلال‌پذیری هر ماده، در ۱۰۰ گرم آب بیان می‌شود. چگالی آب برابر $1g.mL^{-1}$ است. پس ۱۰۰ گرم آب، ۱۰۰ میلی‌لیتر حجم دارد.

$$?\,g\,O_2=100mL\times\frac{1L}{1000mL}\times\frac{0/01mol\,O_2}{1L}\times\frac{32g\,O_2}{1mol\,O_2}=0/032g\,O_2$$

در فشار ۶/۷۵ اتمسفر، انحلال‌پذیری گاز O_2 برابر ۰/۰۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. با افزایش فشار، میزان انحلال‌پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد. پس در فشاری بالاتر از ۶/۷۵ اتمسفر، انحلال‌پذیری گاز O_2 برابر ۰/۰۳۲ می‌باشد. با توجه به گزینه‌ها، فشار ۷/۲ اتمسفر پاسخ درست است.

قسمت دوم: با توجه به اطلاعات جدول داده شده، در فشاری بین ۴/۵ تا ۶/۷۵ اتمسفر، انحلال‌پذیری NO برابر ۰/۰۳۲ گرم است. با توجه به گزینه‌ها، عدد ۴/۸ پاسخ صحیح است.

A ۸ ۴ در تقطیر جزءبه‌جزء نفت خام، دمای برج تقطیر از بالا به پایین افزایش می‌یابد و هیدروکربن‌هایی که گران‌روی، نقطهٔ جوش و چگالی بالاتر و فراریت کمتری دارند، در قسمت پایین‌تر برج قرار می‌گیرند و از آن خارج می‌شوند.

B ۹ ۳ **روش اول (کسر تبدیل):** ابتدا مقدار O_2 تولید شده در واکنش (I) و مصرف شده در واکنش (II) را محاسبه می‌کنیم:

$$I)\ ?\,g\,O_2=30\,g\,CuO\times\frac{1\,mol\,CuO}{80\,g\,CuO}\times\frac{1\,mol\,O_2}{4\,mol\,CuO}\times\underbrace{\frac{a}{100}}_{\text{بازده واکنش}}=\left(\frac{3a}{3200}\right)mol\,O_2$$

$$II)\ ?\,g\,O_2=x\,g\,Ca\ \text{ناخالص}\times\frac{60\,g\,Ca\ \text{خالص}}{100\,g\,Ca\ \text{ناخالص}}\times\frac{1\,mol\,Ca}{40\,g\,Ca}\times\frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,Ca}=\frac{3x}{400}\,mol\,O_2$$

مقدار O_2 دو واکنش با هم برابر است؛ پس:

$$\frac{3a}{3200}=\frac{3x}{400}\Rightarrow\frac{x}{a}=\frac{3\times400}{3\times3200}=\frac{1}{8}=0/125$$

روش دوم (تناسب): گاز O_2، گونهٔ مشترک واکنش‌های داده شده است. ضریب این ماده در دو واکنش برابر است؛ پس می‌توان میان CuO و Ca تناسب برقرار کرد:

$$(4CuO\cong2Ca)$$

$$\frac{\text{جرم CuO}\times\frac{R}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم Cu ناخالص}\times\frac{P}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{30\times\frac{a}{100}}{4\times80}=\frac{x\times\frac{60}{100}}{2\times40}\Rightarrow\frac{x}{a}=\frac{2\times40\times100\times30}{100\times4\times80\times60}=\frac{1}{8}=0/125$$

B ۱۰ ۱ شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی در آلکین‌ها برابر $3n-1$ و در آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌ها برابر $3n$ است. با توجه به توضیحات تست می‌توان نتیجه گرفت که هیدروکربن X، هگزن یا سیکلو هگزان می‌باشد. از طرفی هیدروکربن X با برم واکنش نمی‌دهد، پس می‌توان گفت که این ترکیب سیرشده بوده و پس سیکلو هگزان است. سیکلو آلکان‌ها و آلکن‌های هم‌کربن ایزومر (همپار) یکدیگر هستند و با سایر هیدروکربن‌ها از جمله آلکان‌ها و آلکین‌ها ایزومر (همپار) نیستند.

C ۱۱ ۲ سیلیسیم $(_{14}Si)$ عنصری از دورهٔ سوم بوده که فاقد یون تک‌اتمی پایدار است و فلز اسکاندیم $(_{21}Sc)$، نخستین عنصر واسطهٔ جدول دوره‌ای است. در میان این دو عنصر، ۳ عنصر نافلزی (شامل فسفر $(_{15}P)$، گوگرد $(_{16}S)$ و کلر $(_{17}Cl)$) وجود دارد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): فلز آلومینیم $(_{13}Al)$، تنها فلز دستهٔ p در دورهٔ سوم است. گوگرد $(_{16}S)$، قوی‌ترین نافلز جامد گروه ۱۶ جدول تناوبی است. در میان این دو عنصر، تنها یک عنصر نافلزی (یعنی فسفر $(_{15}P)$) وجود دارد. گزینهٔ (۳): عناصر گروه ۱۷، قوی‌ترین نافلز دورهٔ خود هستند. کلر $(_{17}Cl)$، قوی‌ترین نافلز دورهٔ سوم است. کروم $(_{24}Cr)$، فلزی واسطه از دورهٔ چهارم است که دو زیرلایهٔ نیمه‌پر دارد. بین کلر و کروم، هیچ عنصر نافلزی وجود ندارد.

$$_{24}Cr:[Ar]\,3d^5\,4s^1$$

گزینهٔ (۴): کربن $(_6C)$، تنها نافلز گروه ۱۴ جدول تناوبی است. فلوئور $(_9F)$، هالوژنی است که حتی در دمای $-200^\circ C$ با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد. در میان این دو عنصر، دو عنصر نافلزی (یعنی نیتروژن $(_7N)$ و اکسیژن $(_8O)$) وجود دارد.

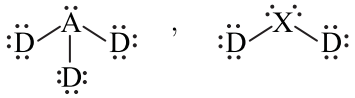
B ۱۲ ۳ اتم‌های عناصر گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در آرایش الکترون - نقطه‌ای خود، به‌ترتیب ۱، ۲ و ۳ جفت‌الکترون دارند؛ پس عناصر A، X و D به‌ترتیب $_7N$، $_8O$ و $_9F$ هستند.

$$\dot{\underset{\cdot}{A}}\cdot\Rightarrow N\ (\text{گروه }15),\quad \dot{\underset{\cdot}{\underset{\cdot}{X}}}\cdot\Rightarrow O\ (\text{گروه }16),\quad :\dot{\underset{\cdot}{\underset{\cdot}{D}}}\cdot\Rightarrow F\ (\text{گروه }17)$$

بررسی گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری نافلزات افزایش می‌یابد. پس مقایسهٔ واکنش‌پذیری عناصر مورد نظر به صورت «$A<X<D$» است. گزینهٔ (۲): در هر دوره از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش و خصلت نافلزی افزایش می‌یابد؛ بنابراین:

خصلت نافلزی: $D>X>A$ مقایسهٔ شعاع اتمی: $A>X>D$

گزینهٔ (۳): ترکیبات حاصل از واکنش هر یک از اتم‌های A و X با اتم D، بر روی اتم مرکزی خود (اتم A و X) جفت‌الکترون ناپیوندی دارند؛ پس این ترکیبات قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.



گزینهٔ (۴): مولکول‌های HD (همان HF) در مقایسه با مولکول‌های H_2X (همان H_2O) پیوند هیدروژنی قوی‌تری دارند اما نیروی بین مولکولی و نقطهٔ جوش HD (همان HF) کمتر است؛ زیرا تعداد پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های H_2O بیشتر از تعداد پیوندهای هیدروژنی میان مولکول‌های HF است.

B ۱۳ ۴ ابتدا به کمک واکنش داده شده در صورت سؤال، مقدار میانگین آنتالپی پیوند $N-Cl$ را به‌دست می‌آوریم:

$$NCl_3(g)\rightarrow N(g)+3Cl(g)\qquad \Delta H_{\text{واکنش}}=3\Delta H(N-Cl)=570\,kJ\Rightarrow\Delta H(N-Cl)=190\,kJ.mol^{-1}$$

حال به کمک واکنش‌های (I) و (II)، مقادیر a و b را محاسبه می‌کنیم:

$$I)\ NH_3\rightarrow NH+2H\qquad \Delta H_{\text{واکنش}}=2\Delta H(N-H)=2\times390=780\,kJ\Rightarrow a=780$$

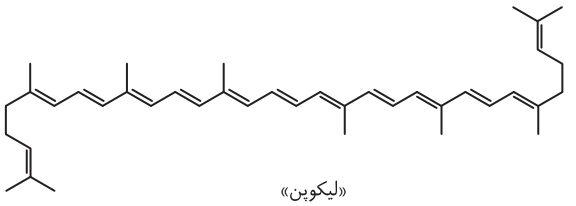
$$II)\ N+O+Cl\rightarrow NOCl\qquad \Delta H_{\text{واکنش}}=-[\Delta H(N=O)+\Delta H(N-Cl)]=-[595+190]=-785\,kJ\Rightarrow b=-785$$

با توجه به مقادیر به‌دست آمده برای a و b، خواهیم داشت:

$$a+b=780+(-785)=-5$$

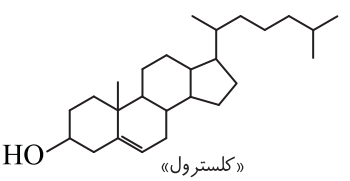
A ۱۴ ۱ رادیکال‌ها گونه‌هایی پرانرژی و ناپایدار هستند که در ساختار خود، الکترون جفت نشده دارند. در واقع این ترکیبات محتوی اتم‌هایی هستند که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند؛ بنابراین این گونه‌ها واکنش‌پذیری بالایی دارند و با انجام واکنش در بدن، به بافت‌های آن آسیب می‌رسانند.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه‌های (۲) و (۳): لیکوپن بازدارنده بوده که فعالیت رادیکال‌ها و در نتیجه سرعت واکنش‌های ناخواسته را کاهش می‌دهد. این ترکیب در هندوانه و گوجه‌فرنگی یافت می‌شود و به دلیل داشتن پیوندهای دوگانه، سیرنشده است. ساختار لیکوپن به‌صورت زیر می‌باشد:



«لیکوپن»

در ساختار کلسترول، تنها یک پیوند دوگانه وجود دارد:



«کلسترول»

گزینهٔ (۴): بنزوئیک اسید، یک کربوکسیلیک اسید آروماتیک و نمونه‌ای از ترکیبات نگهدارنده است. نگهدارنده‌ها، سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مادهٔ غذایی می‌شود را کاهش می‌دهند، اما رادیکال‌ها را جذب نمی‌کنند.

C ۱۵ ۲ مطابق نمودار داده شده، مقدار CO_2 کاهش و مقدار O_2 و CO، افزایش یافته است؛ بنابراین CO_2 واکنش‌دهنده و O_2 و CO، فراورده هستند؛ پس معادلهٔ واکنش به‌صورت مقابل است: $2CO_2(g)\rightarrow 2CO(g)+O_2(g)$

با توجه به نمودار داده شده، جدول تغییرات مول را رسم می‌کنیم. با گذشت زمان، متناسب با ضرایب استوکیومتری، از مقدار واکنش‌دهنده کاسته شده و بر مقدار فراورده‌ها افزوده می‌شود.

$2CO_2 \rightarrow 2CO+O_2$

t=۰	۰/۶	۰	۰
t=x	۰/۲	۰/۴	۰/۲
t=۲x	۰/۲−۲y	۰/۴+۲y	۰/۲+y

$\frac{\text{مجموع شمار مول‌های فراورده}}{\text{شمار مول‌های واکنش‌دهنده}}=\frac{(۰/۴+۲y)+(۰/۲+y)}{(۰/۲-۲y)}=\frac{۰/۶+۳y}{۰/۲-۲y}=۳$

$\xrightarrow{\text{طرفین وسطین}} ۰/۶-۶y=۰/۶+۳y\Rightarrow y=۰$

مقدار y برابر صفر است؛ پس از زمان x تا 2x، هیچ تغییری در مقدار مول مواد ایجاد نشده است. از این شرایط می‌توان نتیجه گرفت که واکنش در تعادل بوده است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): با توجه به جدول بالا می‌توان نوشت:

$(۰/۲-۲y)+(۰/۴+۲y)+(۰/۲+y)=۰/۸۵\Rightarrow ۰/۸+y=۰/۸۵\Rightarrow y=۰/۰۵$ $\quad ?\,mol\,CO_2=۰/۲-۲y=۰/۲-۲(۰/۰۵)=۰/۱\,mol\,CO_2$

از آنجایی که مقدار CO_2 به صفر نرسیده، می‌توان نتیجه گرفت که در دقیقه 2x، واکنش کامل نشده است. گزینهٔ (۳): با توجه به جدول بالا داریم:

$\text{مول } CO - \text{مول } O_2=۰/۲\Rightarrow(۰/۴+۲y)-(۰/۲+y)=۰/۲\Rightarrow ۰/۲+y=۰/۲\Rightarrow y=۰$

مقدار y برابر صفر است؛ پس از زمان x تا 2x هیچ تغییری در مقدار مول مواد ایجاد نشده است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که واکنش در حالت تعادل است و واکنش کامل نشده است. گزینهٔ (۴): با توجه به جدول تغییرات مول بالا داریم:

$\text{مول } CO - \text{مول } CO_2=۰/۶\Rightarrow(۰/۴+۲y)-(۰/۲-۲y)=۰/۶\Rightarrow ۰/۲+۴y=۰/۶\Rightarrow y=۰/۱,\quad ?\,mol\,CO_2=۰/۲-۲y=۰/۲-۲(۰/۱)=۰$

در این شرایط، مقدار مول نهایی CO_2 برابر صفر است؛ پس واکنش کامل شده و به اتمام رسیده است و در حال تعادل نیست.

A ۱۶ ۴ در واکنش‌های شیمیایی، به مرور زمان و با مصرف واکنش‌دهنده‌ها، میزان برخورد ذرات واکنش‌دهنده و در نتیجه سرعت مصرف آن‌ها، کاهش می‌یابد. با کاهش غلظت مواد واکنش‌دهنده، سرعت تولید فراورده‌ها و تغییر شمار مول‌های فراورده کاهش می‌یابد.

C ۱۷ ۳ **قسمت اول:** ابتدا با توجه به ضریب CO، سرعت متوسط مصرف آن را محاسبه می‌کنیم: $\bar{R}(CO)=\bar{R}_{\text{واکنش}}=۰/۰۲۴\,mol.L^{-1}.min^{-1}$

با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد، به ازای مصرف هر مول CO، ۲ مول از شمار مول‌های گازی موجود در ظرف واکنش کاسته می‌شود $(۲-=(۲+)۱-(۱-)$. با توجه به این توضیحات، شمار مول‌های CO مصرفی در مدت زمان ۲۰ ثانیه $(\frac{۱}{۳}\,min)$ را محاسبه می‌کنیم: $\Delta n(CO)=۰/۰۸\,mol\,\text{کاهش}\times\frac{۱\,mol\,CO}{۲\,mol\,\text{کاهش}}=۰/۰۴\,mol\,CO$

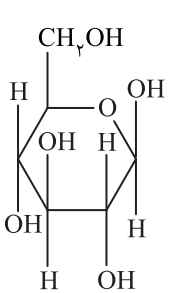
حال به کمک سرعت مصرف CO حجم ظرف را به‌دست می‌آوریم:

$\bar{R}(CO)=\frac{\Delta n(CO)}{V\times\Delta t}\Rightarrow ۰/۰۲۴=\frac{۰/۰۴\,mol}{V\times(\frac{۱}{۳}\,min)}\Rightarrow V=۵L$

قسمت دوم: در قسمت قبل مقدار CO مصرفی در این مدت را محاسبه کردیم. حال به کمک آن، جرم CO مصرفی را محاسبه می‌کنیم:

$\text{جرم CO مصرفی}=۰/۰۴\,mol\,CO\times\frac{۲۸\,g\,CO}{۱\,mol\,CO}=۱/۱۲\,g\,CO$

B ۱۸ ۴ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): مو و ناخن، نمونه‌هایی از پلی‌آمیدهای طبیعی بوده و زیست تخریب‌پذیر هستند. عبارت (ب): پلی‌استرها و پلی‌آمیدهای ساختگی علاوه‌بر C و H حاوی اتم‌های O و N نیز هستند. برای تولید این پلیمرها اتم‌های کربن به اتم‌های نیتروژن و اکسیژن متصل می‌شود. عبارت (پ): نشاسته از جمله پلی‌استرهای طبیعی و زیست تخریب‌پذیر است. این پلیمر در محیط گرم و مرطوب به مونومرهای سازندهٔ خود یعنی گلوکز تبدیل می‌شود. ساختار مولکول‌های گلوکز، حلقوی است.



عبارت (ت): در فرایند تولید پلیمرهای افزایشی، پیوند دوگانهٔ $C=C$ موجود در مونومر از بین می‌رود و مونومرها به هم متصل می‌شوند؛ بنابراین فرمول مولکولی واحد تکرارشونده و مونومر یکسان اما ساختار آن‌ها متفاوت است.

$$n\,CH_2=\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}\rightarrow\left(CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH_2}\right)_n$$

مونومر — واحد تکرارشونده

فرمول مونومر: C_2H_3Cl فرمول تکرارشونده: C_2H_3Cl

B ۱۹ ۱ با توجه به معادلهٔ واکنش به‌ازای مصرف هر مول آمین، یک مول فراوردهٔ آلی $C_{n+3}H_{2n+5}NO$ و یک مول آب (H_2O) تولید می‌شود. ابتدا از مول آمین، جرم فراوردهٔ آلی و آب تولیدی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ \text{فراورده آلی}=0/2\,mol\ \text{آمین}\times\frac{1\,mol\ \text{فراوردهٔ آلی}}{1\,mol\ \text{آمین}}\times\frac{(14n+71)g\ \text{فراوردهٔ آلی}}{1\,mol\ \text{فراوردهٔ آلی}}\times\frac{60}{\underbrace{100}_{\text{بازده}}}=0/12(14n+71)g\ \text{فراوردهٔ آلی}$$

$$?\,g\,H_2O=0/2\,mol\ \text{آمین}\times\frac{1\,mol\,H_2O}{1\,mol\ \text{آمین}}\times\frac{18g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O}\times\frac{60}{\underbrace{100}_{\text{بازده}}}=2/16g\,H_2O$$

سپس با توجه به اختلاف جرم آن‌ها، مقدار n را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{جرم فراوردهٔ آلی}-\text{جرم آب}=0/12(14n+71)-2/16=6/6\Rightarrow n=0$$

A ۲۰ ۲ پاک‌کننده‌های صابونی از جمله صابون سنتی، براساس برهم‌کنش با آلاینده و تشکیل جاذبهٔ مناسب با آن‌ها، خاصیت پاک‌کنندگی خود را اعمال می‌کنند. پاک‌کننده‌های خورنده علاوه‌بر برهم‌کنش با آلاینده، با آن‌ها واکنش نیز می‌دهند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه‌های (۱) و (۳): صابون سنتی افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت‌بازی مناسب، برای موهای چرب استفاده می‌شود. گزینهٔ (۴): پاک‌کننده‌های غیرصابونی از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی تولید می‌شوند.

C ۲۱ ۱ ابتدا pH محلول HA را محاسبه می‌کنیم.

$$K_a=\frac{m\alpha^2}{1-\alpha}\xrightarrow{K_a<10^{-3}}K_a=m\alpha^2\Rightarrow10^{-5}=0/1\alpha^2\Rightarrow\alpha=10^{-2}$$

$$[H^+]=m\alpha=0/1\times10^{-2}=10^{-3}\qquad pH=-\log[H^+]=-\log10^{-3}=3$$

طبق متن تست، pH محلول اسید HA، ۲ برابر pH محلول نیتریک اسید است. پس pH محلول نیتریک اسید برابر ۱/۵ است. معادلهٔ انحلال نیتریک اسید به صورت زیر است:

$$HNO_3(l)\xrightarrow{H_2O}H^+(aq)+NO_3^-(aq)\qquad [H^+]=10^{-pH}=10^{-1/5}=10^{-2}\times10^{0/5}=3\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$?\,g\,HNO_3=2L\ \text{محلول}\times\frac{0/03mol\,H^+}{1\,L\ \text{محلول}}\times\frac{1\,mol\,HNO_3}{1\,mol\,H^+}\times\frac{63g\,HNO_3}{1\,mol\,HNO_3}=3/78g\,HNO_3$$

A ۲۲ ۴ ثابت تعادل نمادی از میزان پیشرفت واکنش است. پس به کمک K_b می‌توان میزان یونش بازها و در نتیجه قدرت بازی آن‌ها را با هم مقایسه کرد. غلظت تعادلی باز، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید، pH و رسانایی الکتریکی محلول، همگی به غلظت مولی اولیهٔ باز نیز بستگی داشته و نمی‌توان تنها به کمک K_b این موارد را مورد مقایسه قرار داد.

C ۲۳ ۳ ابتدا به کمک شکل داده شده، درجهٔ یونش HX را به‌دست می‌آوریم:

$$\alpha=\frac{\text{شمار یون‌های}\ H^+}{\text{شمار مولکول‌های حل‌شده}}=\frac{1}{5}=0/2$$

حال می‌توانیم غلظت تعادلی گونه‌ها و به دنبال آن مقدار K_a را محاسبه کنیم.

روش اول:

$$[HX]=M-[H^+]=0/18-0/036=0/144mol.L^{-1}\qquad [H^+]=[X^-]=M\alpha=0/18\times0/2=0/036mol.L^{-1}$$

$$K_a=\frac{[H^+][X^-]}{[HX]}=\frac{(0/036)(0/036)}{(0/144)}=9\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

روش دوم (تستی):

$$K_a=\frac{M\alpha^2}{1-\alpha}=\frac{0/18\times(0/2)^2}{1-0/2}=9\times10^{-3}$$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): اسید HA یونش کاملی داشته و مقدار K_a برای آن بسیار بزرگ (بی‌نهایت) است. نسبت بی‌نهایت به هر عددی، برابر بی‌نهایت است. گزینهٔ (۲): درجهٔ یونش با غلظت اولیهٔ اسید، رابطهٔ معکوس دارد؛ بنابراین با کاهش غلظت اولیهٔ اسید، درجهٔ یونش افزایش می‌یابد. با کاهش غلظت اسید، غلظت H^+ نیز کاهش می‌یابد. گزینهٔ (۴): حاصل‌ضرب $[H^+]$ در $[OH^-]$ در محلول‌های آبی و در دمای $25^\circ C$، برابر 10^{-14} است. در محلول‌های اسیدی، $[H^+]$ و غلظت آنیون با هم برابر و بیشتر از 10^{-7} مول بر لیتر است؛ از این‌رو حاصل‌ضرب $[X^-]$ در $[A^-]$، بزرگ‌تر از 10^{-14} خواهد بود.

B ۲۴ ۴ مقدار E° فلز آلومینیم کمتر از فلز نقره است؛ پس Al کاهندهٔ قوی‌تری بوده و آند سلول است. یون‌های نقره قدرت اکسندگی بیشتری دارند و الکترود نقره کاتد سلول است. **بررسی گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): در هر سلول گالوانی، آنیون‌ها با عبور از دیوارهٔ متخلخل از سمت کاتد به سمت آند حرکت می‌کنند. این در حالی است که الکترون‌های تولید شده در تیغهٔ آند، از طریق مدار خارجی به سمت تیغهٔ کاتد حرکت می‌کنند. پس در سلول گالوانی جهت حرکت آنیون‌ها با جهت حرکت الکترون‌ها همسو نیست. گزینهٔ (۲): یون‌های نیترات (NO_3^-) یون‌های ناظر هستند و در نیم‌واکنش‌های کاتدی و آندی شرکت نمی‌کنند؛ از این‌رو مجموع شمار مول‌های این یون در سلول گالوانی ثابت است.

گزینهٔ (۳): معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت زیر است:

$$Al(s)+3Ag^{+}(aq)\rightarrow Al^{3+}(aq)+3Ag(s)$$

$$\frac{\text{افزایش جرم تیغهٔ کاتد }(Ag)}{\text{کاهش جرم تیغهٔ آند }(Al)}=\frac{\text{جرم مولی Ag}\times\text{ضریب Ag}}{\text{جرم مولی Al}\times\text{ضریب Al}}=\frac{3\times108}{1\times27}=12$$

گزینـهٔ (۴): بـا توجـه به معادلهٔ موازنه شـدهٔ واکنش بالا هر مول $Ag^{+}(aq)$، با دریافـت یک مول الکترون کاهش یافته و $Ag(s)$ تولید می‌کند. پس شـمار یون‌های Ag^{+} کاهش یافته، با شمار الکترون‌های مبادله شده برابر است.

نیم‌واکنش کاهش: $Ag^{+}(aq)+e^{-}\rightarrow Ag(s)$

۲۵ | ۱ | C | با ایجاد خراش در سطح حلبی، آهن که E° کوچک‌تری در مقایسه با قلع دارد، به عنوان آند اکسایش یافته و دچار خوردگی می‌شود. با ایجاد خراش در سطح آهن گالوانیزه، فلز روی که E° کوچک‌تری در مقایسه با آهن دارد، به عنوان آند اکسایش یافته و دچار خوردگی می‌شود. معادلهٔ واکنش‌های انجام شده به‌صورت زیر است:

خوردگی حلبی:
- نیم‌واکنش اکسایش: $2Fe(s)\rightarrow 2Fe^{2+}(aq)+4e^{-}$
- نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^{-}\rightarrow 4OH^{-}(aq)$

$\Rightarrow$ واکنش کلی: $2Fe(s)+2H_2O(l)+O_2(g)\rightarrow 2Fe(OH)_2(aq)$

خوردگی آهن گالوانیزه:
- نیم‌واکنش اکسایش: $2Zn(s)\rightarrow 2Zn^{2+}(aq)+4e^{-}$
- نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^{-}\rightarrow 4OH^{-}(aq)$

$\Rightarrow$ واکنش کلی: $2Zn(s)+2H_2O(l)+O_2(g)\rightarrow 2Zn(OH)_2(aq)$

در هر دو واکنش بالا، به‌ازای مصرف ۲ مول فلز، ۴ مول الکترون مبادله و یک مول O_2 مصرف می‌شـود. از آنجایی که جرم مولی Fe کمتر اسـت، به‌ازای جرم برابر از دو فلز، مقدار مول Fe مصرفی بیشـتر بوده و در نتیجه طی فرایند خوردگی حلبی، اکسـیژن بیشـتری مصرف شـده و شمار الکترون‌های مبادله شده نیز بیشتر خواهد بود؛ بنابراین شمار مول‌های OH^{-} تولیدی نیز بیشتر است. با توجه به توضیحات بالا، جرم اکسیژن مصرفی در فرایند حلبی بیشتر است؛ به دلیل یکسان بودن جرم فلزات اکسایش یافته، می‌توان نتیجه گرفت که نسبت تغییر جرم فلز کاهنده، به جرم اکسیژن مصرفی در حلبی کمتر است.

۲۶ | ۲ | C | اگر قدرت کاهندگی Cr^{2+} بیشتر از Co^{2+} باشد، واکنش مورد نظر به‌طور طبیعی انجام نمی‌شود. پس پتانسیل کاهشی استاندارد کروم در مقایسه با کبالت منفی‌تر بوده و مقایسهٔ E° عناصر مورد نظر به‌صورت مقابل است:

پتانسیل کاهشی: $E^{\circ}(V^{2+}/V)<E^{\circ}(Cr^{3+}/Cr^{2+})<E^{\circ}(Co^{3+}/Co^{2+})$

هر چه مقدار E° یک فلز بیشـتر باشـد، کاتیون آن فلز قدرت اکسـندگی بیشـتری داشـته و تمایل بیشـتری به دریافت الکترون دارد؛ بنابراین مقایسـهٔ قدرت اکسندگی یون‌های داده شده به‌صورت مقابل است:

مقایسهٔ قدرت اکسندگی: $Co^{3+}>Cr^{3+}>V^{2+}$

بررسـی سـایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): فلز V در مقایسه با Cr^{2+} و Co^{2+}، تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون داشته و در نتیجه قدرت کاهندگی آن بالاتر است؛ پس مقایسهٔ قدرت کاهندگی گونه‌های داده شده به‌صورت مقابل است:

مقایسهٔ قدرت کاهندگی: $V>Cr^{2+}>Co^{2+}$

گزینهٔ (۳): قدرت کاهندگی فلز وانادیم بیشتر از Cr^{2+} است؛ بنابراین اتم‌های وانادیم با از دست دادن الکترون به یون V^{2+} اکسایش می‌یابند و وارد محلول می‌شوند. پس نمی‌توان محلول $CrCl_3$ را در ظرفی از جنس وانادیم نگهداری کرد. گزینهٔ (۴): قدرت کاهندگی اتم‌های V در مقایسـه با یون‌های Co^{2+} بیشـتر اسـت؛ بنابراین اتم‌های وانادیم تمایل بیشتری به از دست الکترون داشته و با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابند، یون‌های Co^{3+} نیز با دریافت همین الکترون‌ها به یون Co^{2+} کاهش می‌یابند؛ پس واکنش خودبه‌خودی است.

۲۷ | ۳ | A | در ساختار سیلیس اتم‌ها و در ساختار یخ، مولکول‌ها در یک شبکهٔ منظم و سه‌بعدی آرایش یافته‌اند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): سیلیس (SiO_2)، از جمله جامدهای کووالانسی بوده و در ساختار خود فاقد مولکول‌های مجزا است. گزینهٔ (۲): حلقه‌های شش‌گوشهٔ موجود در ساختار یخ و سیلیس مسطح نیستند.

* **توجه** در ساختار گرافیت و گرافن، اتم‌های کربن حلقه‌های شش‌گوشهٔ مسطح تشکیل می‌دهند.

گزینهٔ (۴): در ساختار سیلیس (SiO_2)، همهٔ اتم‌ها از طریق پیوند اشتراکی به هم متصل شده‌اند. این در حالی است که در ساختار یخ، علاوه‌بر پیوندهای اشتراکی میان اتم‌های یک مولکول، میان مولکول‌ها پیوند هیدروژنی نیز وجود دارد.

۲۸ | ۳ | B | آنتالپی فروپاشی شبکه معادل گرمای لازم برای تبدیل یک مول جامد یونی به یون‌های سازنده در حالت گازی است. معادلهٔ آنتالپی فروپاشی منیزیم کلرید به‌صورت مقابل است:

$$MgO(s)\rightarrow \underbrace{Mg^{2+}(g)+O^{2-}(g)}_{\text{۲ مول فراورده}},\ \Delta H=+3700kJ$$

$$?\,kJ=0/12mol\times\frac{3700kJ}{\text{فراورده }2mol}=222kJ$$

۲۹ | ۱ | C | با توجه به شکل داده شده، جدول تغییرات مول مواد را رسم می‌کنیم:

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

مول اولیه پس از تغییر	c+a	0/50	b
تغییرات مول	−x	−3x	+2x
مول تعادلی جدید	(c+a)−x	0/50−3x	b+2x

مقدار H_2 در تعادل جدید $=0/50-3x=0/47\Rightarrow x=0/01$

حال می‌توان به کمک مقدار x، مقادیر b و c را حساب کرد.

مقدار NH_3 در تعادل جدید $=b+2x=0/16\Rightarrow b+2(0/01)=0/16\Rightarrow b=0/14$

مقدار N_2 در تعادل جدید $=a+c-x=0/11\Rightarrow a+c-(0/01)=0/11\Rightarrow a+c=0/12$

بررسی گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): اگر $b=2c$ باشد، آن‌گاه:

$$a+c=0/12 \xrightarrow{c=0/07} a=0/12-0/07=0/05 \qquad b=2c \xrightarrow{b=0/14} c=\frac{0/14}{2}=0/07$$

مجموع شمار مول‌های گازی در تعادل (الف) $=c+b+0/50=0/07+0/14+0/50=0/71\ mol$ گاز

مجموع شمار مول‌های گازی در تعادل (ب) $=0/47+0/16+0/11=0/74\ mol$ گاز

طبق محاسبات بالا، تفاوت شمار مول‌های گازی در تعادل (الف) و تعادل (ب)، برابر $0/03$ است $(0/74-0/71=0/03)$. گزینهٔ (۲): با توجه به محاسبات بالا، اگر $b=0/14$ باشد، مقدار $a+c$ برابر $0/12$ خواهد بود. نمی‌توان اختلاف جرم مواد شرکت‌کننده در تعادل (الف) و (ب) را حساب کرد، زیرا مقدار c مجهول است. گزینهٔ (۳): مقدار b برابر $0/14$ است؛ پس اگر $b-a=0/09$ باشد، مقدار a برابر **۰/۰۵** خواهد بود **(نه ۰/۰۳)**. $b-a=0/09 \xrightarrow{b=0/14} a=0/14-0/09=0/05$. گزینهٔ (۴): با توجه به رابطه‌های قبل، اگر $c-a=0/02$ باشد می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} c+a=0/12 \\ c-a=0/02 \end{cases} \Rightarrow c=0/07,\quad a=0/05$$

مجموع شمار مول‌های NH_3 در دو تعادل: $b+0/16=0/14+0/16=0/3\ mol\ NH_3$

تعادل (ب): $?\ g\ N_2=0/11\ mol\ N_2\times\frac{28\ g\ N_2}{1\ mol\ N_2}=3/08\ g\ N_2$ تعادل (الف): $?\ g\ N_2=0/07\ mol\ N_2\times\frac{28\ g\ N_2}{1\ mol\ N_2}=1/96\ g\ N_2$

بنابراین تفاوت جرم گاز نیتروژن در دو تعادل برابر ۱/۱۲ گرم است.

B ۳۰ ۲ معادلهٔ واکنش مورد نظر، $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$ می‌باشد. با افزایش فشار در این واکنش، تعادل در جهت شمار مول‌های گازی کمتر (یعنی در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود؛ از این‌رو درصد مولی آمونیاک افزایش و درصد مولی هیدروژن و نیتروژن، کاهش می‌یابد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه‌های (۱) و (۳): این واکنش گرماده است؛ پس با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف گرما (یعنی در جهت برگشت) جابه‌جا شده و فراورده مصرف می‌شود. کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی (E_a)، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را افزایش می‌دهد و تأثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد. گزینهٔ (۴): نیروی بین مولکولی در آمونیاک (NH_3)، از نوع هیدروژنی و وان‌درواسی است؛ در حالی که در نیتروژن (N_2) و هیدروژن (H_2)، نیروهای بین مولکولی از نوع وان‌درواسی است؛ بنابراین نقطهٔ جوش NH_3 در مقایسه با دو مادهٔ دیگر بالاتر بوده و با کاهش دما آسان‌تر مایع می‌شود.

C ۳۱ ۴ مقدار مول اولیهٔ گازهای O_2 و SO_2 را x در نظر گرفته و جدول تغییرات مول را رسم می‌کنیم. حال به کمک درصد جرمی گاز SO_2، مقدار x را برحسب α به‌دست می‌آوریم.

$$\text{درصد مولی} = \text{درصد حجمی} = \frac{\text{مقدار مول } SO_2}{\text{مجموع مقدار مول مواد گازی در مخلوط}}\times 100$$

	$2SO_2+O_2\rightleftharpoons 2SO_3$		
مقدار مول اولیه	x	x	0
تغییرات مول	-2α	$-\alpha$	$+2\alpha$
مقدار مول نهایی	$x-2\alpha$	$x-\alpha$	2α

$$\Rightarrow 20=\frac{x-2\alpha}{\underbrace{(x-2\alpha)+(x-\alpha)+(2\alpha)}_{2x-\alpha}}\times 100 \Rightarrow 5(x-2\alpha)=2x-\alpha$$

$$\Rightarrow 5x-10\alpha=2x-\alpha \Rightarrow x=3\alpha$$

سپس به کمک رابطهٔ ثابت تعادل مقدار α را محاسبه می‌کنیم.

$$[SO_2]=\frac{x-2\alpha}{5}=\frac{3\alpha-2\alpha}{5}=\frac{\alpha}{5}\ mol.L^{-1},\quad [O_2]=\frac{x-\alpha}{5}=\frac{3\alpha-\alpha}{5}=\frac{2\alpha}{5}\ mol.L^{-1},\quad [SO_3]=\frac{2\alpha}{5}\ mol.L^{-1}$$

$$K=\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}=\frac{(\frac{2\alpha}{5})^2}{(\frac{\alpha}{5})^2(\frac{2\alpha}{5})}=\frac{\frac{2\alpha}{5}}{\frac{\alpha^2}{25}}=\frac{50\alpha}{5\alpha^2}=\frac{10}{\alpha}=12/5\Rightarrow\alpha=\frac{10}{12/5}=0/8$$

حال می‌توان مقدار گرمای آزاد شده را به‌دست آورد.

روش اول:

$$?\ kJ=1/6\ mol\ SO_3\times\frac{340\ kJ}{2\ mol\ SO_3}=272\ kJ$$

روش دوم:

$$\frac{\text{مول } SO_3}{\text{ضریب}}=\frac{Q}{\Delta H}\Rightarrow\frac{2\times 0/8}{2}=\frac{Q}{340}\Rightarrow Q=272\ kJ$$

B ۳۲ ۴ **بررسی گزینه‌های نادرست:** گزینهٔ (۱): الکترون‌ها با جذب انرژی برانگیخته شده و از حالت پایه به لایه‌های بالاتر جابه‌جا می‌شوند. این الکترون‌های ناپایدار، با از دست دادن انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند. با عبور این پرتوها از منشور، طیف نشری‌خطی تشکیل می‌شود. گزینهٔ (۲): هر چه فاصلهٔ دو لایهٔ الکترونی بیشتر باشد، انرژی پرتوی حاصل از جابه‌جایی الکترون میان آن دو لایه بیشتر خواهد بود. فاصلهٔ میان لایه‌های ۲ و ۵ در مقایسه با فاصلهٔ میان لایه‌های ۲ و ۴، بیشتر است؛ بنابراین انرژی لازم برای جابه‌جایی میان لایه‌های ۲ و ۵ بیشتر بوده و در نتیجه طول موج انتقال الکترون، کوتاه‌تر خواهد بود و نسبت مورد نظر بزرگ‌تر از یک است. گزینهٔ (۳): انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی‌ها در عناصر مختلف متفاوت بوده و به عدد اتمی وابسته است. پس طیف نشری‌خطی هیچ دو عنصری مشابه نیست.

C ۳۳ ۳ برای حل این سؤال از گزینه‌ها کمک می‌گیریم. از میان زیرلایه‌های عناصر دورهٔ چهارم جدول تناوبی، مجموع n و l زیرلایه‌های $3d$ و $4p$ برابر ۵ است.

پس اگر عنصری در مجموع دارای ۱۵ الکترون در این دو لایه باشد، آرایش الکترونی آن به‌صورت مقابل خواهد بود: $X:[Ar]\underline{3d^{10}}4s^2\underline{4p^5}\Rightarrow X=Br$

در این حالت، عنصر X نافلز برم $(_{35}Br)$ بوده و در واکنش با گاز اکسیژن، ترکیب مولکولی $OX_2\,(OBr_2)$ را تولید می‌کند. $:\ddot{B}r-\ddot{O}-\ddot{B}r:$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): مجموع n و l زیرلایه‌های $4s$ و $3p$ برابر ۴ است. اگر عنصری در مجموع ۷ الکترون در این دو زیرلایه داشته باشد، آرایش الکترونی آن به‌صورت مقابل خواهد بود: $X:1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,\underline{3p^6}\,3d^n\,\underline{4s^1}$

آرایش الکترونی بالا، می‌تواند مربوط به عناصر $_{19}K$، $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ باشد. این عناصر همگی فلز هستند و در واکنش با گاز اکسیژن، ترکیب یونی تشکیل می‌دهند (نه مولکولی!). فرمول شیمیایی این ترکیبات به‌صورت K_2O، CrO و Cr_2O_3، CuO و Cu_2O می‌باشد. گزینهٔ (۲): مجموع n و l زیرلایه‌های $3p$ و $4s$ برابر با ۴ است. اگر عنصری در مجموع ۸ الکترون در این دو زیرلایه داشته باشد، آرایش الکترونی آن به‌صورت مقابل خواهد بود: $X:1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,\underline{3p^6}\,3d^n\,\underline{4s^2}\,4p^{n'}$

عنصر $_{20}Ca$، تمام عناصر دستهٔ d (به‌جز Cr و Cu) و تمام عناصر دستهٔ p، در زیرلایه‌های $3p$ و $4s$ خود ۸ الکترون دارند. ترکیبات حاصل از واکنش فلزات با گاز اکسیژن، یونی و ترکیبات حاصل از واکنش نافلزات با این گاز از نوع مولکولی هستند. از میان ترکیبات مولکولی، هیچ ترکیبی فرمول X_3O ندارد. گزینهٔ (۴): مجموع n و l زیرلایه‌های $3d$ و $4p$ برابر ۵ است. اگر عنصری ۱۱ الکترون در این دو زیرلایه داشته باشد، آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر خواهد بود:

$X:[Ar]3d^{10}4s^2\,4p^1\Rightarrow X=\,_{31}Ga$

از واکنش میان فلز گالیم و اکسیژن، ترکیب یونی Ga_2O_3 تولید می‌شود.

C ۳۴ ۱ با توجه به اینکه اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها کوچک‌تر از اندازهٔ بار آنیون X^{3-} است؛ پس برای اختلاف نوترون و الکترون ۲ حالت را باید در نظر گرفت:

حالت اول $(n-e=2)$:

$$\left.\begin{array}{l}n+p=31\\n-e=2\\e=p+3\end{array}\right\}\Rightarrow n-p=5\Rightarrow\left\{\begin{array}{l}n+p=31\\n-p=5\end{array}\right.\Rightarrow p=13,\quad n=18$$

عدد اتمی ۱۳ مربوط به فلز آلومینیم است که یون پایدار با بار منفی تشکیل نمی‌دهند.

حالت دوم $(e-n=2)$:

$$\left.\begin{array}{l}n+p=31\\e-n=2\\e=p+3\end{array}\right\}\Rightarrow p-n=-1\Rightarrow\left\{\begin{array}{l}n+p=31\\p-n=-1\end{array}\right.\Rightarrow p=15,\quad n=16$$

عدد اتمی ۱۵ مربوط به نافلز فسفر است که یون پایدار با بار (-3) تشکیل می‌دهد. با توجه به محاسبات انجام شده در حالت دوم، اختلاف نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۱ $(16-15)$ می‌باشد.

B ۳۵ ۱ عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند. یون‌های پایدار عناصر X و Y به آرایش گاز نجیب نئون $(_{10}Ne)$ از دورهٔ دوم رسیده‌اند. عنصر X متعلق به دورهٔ سوم است و با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب پیش از خود رسیده است؛ پس عنصر X یک فلز می‌باشد. عنصر Y به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود رسیده است، پس این عنصر الکترون دریافت کرده و یک نافلز است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): عناصر X و Y به‌ترتیب فلز و نافلز هستند؛ از این‌رو ترکیب حاصل از آن‌ها، یونی است. عبارت (ب): شمار الکترون‌ها در یون‌های مورد نظر یکسان است؛ بنابراین آرایش الکترونی آن‌ها نیز یکسان بوده و شمار الکترون‌های با $l=0$ (یعنی زیرلایهٔ s) برابر است. آرایش الکترونی هر دو یون: $1s^2\,\underline{2s^2}\,2p^6$

عبارت (پ): عنصر X می‌تواند یکی از عناصر $_{11}Na$، $_{12}Mg$ یا $_{13}Al$ باشد و عنصر Y می‌تواند $_7N$، $_8O$ یا $_9F$ باشد. با توجه به این عناصر، حداقل و حداکثر تفاوت عدد اتمی به‌ترتیب برابر ۲ و ۶ است.

حداکثر تفاوت عدد اتمی: $_{13}Al\,,\,_7N\Rightarrow 13-7=6$ حداقل تفاوت عدد اتمی: $_{11}Na\,,\,_9F\Rightarrow 11-9=2$

عبارت (ت): گشتاور دوقطبی توصیفی از میزان قطبیت در ترکیبات مولکولی است. این در حالی است که ترکیب حاصل از عناصر X و Y ترکیبی یونی می‌باشد.