پاسخ‌های تشریحی

فصل اول

۱ ۲ با توجه به داده‌های مسأله می‌توان فهمید که فراوانی ایزوتوپ سوم ۱۵ درصد و فراوانی ایزوتوپ چهارم ۲۰ درصد می‌باشد. برای حل سؤال فراوانی ایزوتوپ اول را x و فراوانی ایزوتوپ دوم را $(65-x)$ در نظر می‌گیریم.

$$50/95=\frac{49(x)+51(65-x)+53(15)+54(20)}{100}\Rightarrow x=\%47/5$$

فراوانی ایزوتوپ ^{49}A برابر با ٪۴۷/۵ و فراوانی ایزوتوپ ^{51}A برابر با ٪۱۷/۵ است.

۲ ۴ الکترون برانگیخته با از دست دادن انرژی به لایه‌های پایین‌تر برمی‌گردد، حال این لایه ممکن است حالت پایه باشد یا نباشد. برای مثال در اتم هیدروژن لایهٔ $n=1$ حالت پایه است ولی الکترون برانگیخته از لایه‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ می‌تواند به لایهٔ $n=2$ برگردد. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): با دور شدن الکترون از هسته، انرژی آن افزایش می‌یابد.

گزینهٔ (۲): در اتم هیدروژن و هلیم وجود الکترون در لایهٔ $n=1$ برای اتم حالت پایه به شمار می‌رود.

گزینهٔ (۳): در طیف نشری خطی هیدروژن کمترین انرژی مربوط به بیشترین طول موج یعنی نوار قرمز رنگ است.

۳ ۲ عبارت‌های اول و دوم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: جرم اتمی $^{1}_{1}H$ برابر با ۱/۰۰۸amu است.

عبارت دوم: عناصر $^{35}_{17}X$ و ^{17}Z در گروه ۱۷ و عناصر ^{35}X و ^{21}Y در تناوب چهارم قرار دارند.

عبارت سوم: در دورهٔ سوم جدول دوره‌ای، شش عنصر Na، Mg، Al، Si، Cl و Ar نماد شیمیایی دو حرفی دارند.

عبارت چهارم: عناصر یک گروه خواص شیمیایی مشابهی دارند ولی از لحاظ خواص فیزیکی با یکدیگر متفاوت هستند.

۴ ۱ لایهٔ ظرفیت اتم کروم به صورت $3d^5 4s^1$ است.

$n+l=4+0=4$ الکترون ← یک الکترون در زیرلایهٔ 4s دارد

$n+l=3+2=5$ هر الکترون ← پنج الکترون در زیرلایهٔ 3d دارد

۵ ۱ با توجه به عدد جرمی عنصر M داریم:

$$p+n=72 \xrightarrow{p=0/4n} 0/8n+n=72\Rightarrow n=40 \text{ و } p=32$$

$$_{32}M:1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^2\rightarrow M^{2+}:[Ar]3d^{10}4s^2$$

$$_{36}A:1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^6 \rightarrow \text{دورهٔ چهارم}$$

$$_{16}D:1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^4 \rightarrow \text{دورهٔ سوم}$$

این عنصر مانند عنصری با عدد اتمی ۳۶ در دورهٔ ۴ جدول تناوبی قرار دارد. عنصر $_{16}D$ متعلق به دوره سوم است. در یون $_{32}M^{2+}$، ۳ لایه به طور کامل از الکترون پرشده است.

۶ ۲ ابتدا محاسبه می‌کنیم که به‌ازای تولید یک مول Al_2O_3 و یک مول AlF_3 چند مول الکترون مبادله می‌شود:

$$Al_2O_3: 2\times3=6mole^- \qquad AlF_3=3\times1=3mole^-$$

$$\left.\begin{array}{l} ?gAlF_3=3/01\times10^{24}e^-\times\frac{1mole^-}{6/02\times10^{23}e^-}\times\frac{1molAlF_3}{3mole^-}\times\frac{84gAlF_3}{1molAlF_3}=140gAlF_3 \\ ?gAl_2O_3=3/01\times10^{24}e^-\times\frac{1mole^-}{6/02\times10^{23}e^-}\times\frac{1molAl_2O_3}{6mole^-}\times\frac{102gAl_2O_3}{1molAl_2O_3}=85gAl_2O_3 \end{array}\right\}\Rightarrow\frac{\text{جرم } AlF_3}{\text{جرم } Al_2O_3}=\frac{140}{85}=1/65$$

۷ ۲ ابتدا انرژی لازم برای ذوب کردن ۹۰۰ تن آهن را محاسبه می‌کنیم:

$$?J=900ton\,Fe\times\frac{10^6 g\,Fe}{1ton\,Fe}\times\frac{\text{انرژی } 240J}{1g\,Fe}=216\times10^9 J$$

حال با استفاده از رابطهٔ $E=mc^2$ می‌توانیم مقدار اتم هیدروژن (بر حسب کیلوگرم) را محاسبه کنیم:

$$E=mc^2\Rightarrow216\times10^9=m\times(3\times10^8)^2\Rightarrow m=\frac{216\times10^9}{9\times10^{16}}=24\times10^{-7}kg$$

در انتها باید میلی‌مول اتم هیدروژن را محاسبه نمائیم:

$$۲۴\times۱۰^{-۷}\,kg\,H\times\frac{۱۰۰۰g\,H}{۱kg\,H}\times\frac{۱mol\,H}{۱g\,H}\times\frac{۱۰^{۳}mmol\,H}{۱mol\,H}=۲/۴mmol\,H$$

۸ **۲** ابتدا جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌های منیزیم را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{M}=\frac{M_۱F_۱+M_۲F_۲+M_۳F_۳}{F_۱+F_۲+F_۳}\Rightarrow\bar{M}=\frac{(۲۳/۹۹\times۷۹)+(۲۴/۹۹\times۱۰)+(۲۵/۹۸\times۱۱)}{۱۰۰}\simeq۲۴/۳۰amu$$

روش دوم:

$$\bar{M}=M_۱+\frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲-M_۱)+\frac{F_۳}{۱۰۰}(M_۳-M_۱)=۲۳/۹۹+\frac{۱۰}{۱۰۰}\times(۲۴/۹۹-۲۳/۹۹)+\frac{۱۱}{۱۰۰}\times(۲۵/۹۸-۲۳/۹۹)=۲۴/۳۰amu$$

حال می‌توانیم جرم مولی منیزیم فلوئورید $(MgF_۲)$ را به‌دست آوریم:

$$MgF_۲\text{ جرم مولی}=۲۴/۳۰+۲\times۱۸/۹۹=۶۲/۲۸g.mol^{-۱}$$

۹ **۱**

عنصر	آرایش الکترونی	شمار الکترون‌های با $l=۱$	مجموع شمار الکترون‌های با $l=۰$ و $l=۲$
$_{۲۴}M$	$۱s^۲/۲s^۲۲p^۶/۳s^۲۳p^۶۳d^۵/۴s^۱$	۱۲	۷+۵=۱۲
$_{۲۸}A$	$۱s^۲/۲s^۲۲p^۶/۳s^۲۳p^۶۳d^۸/۴s^۲$	۱۲	۸+۸=۱۶

بنابراین بین عناصر $_{۲۴}M$ و $_{۲۸}A$ باید $_{۲۴}M$ را انتخاب کنیم. در لایه ظرفیت عنصر $_{۲۴}M$ همانند لایهٔ ظرفیت $_{۱۶}X$، ۶ الکترون وجود دارد:

$$_{۱۶}X:[_{۱۰}Ne]\,۳s^۲۳p^۴$$

۱۰ **۳** با تعیین دقیق طول موج خطوط طیف نشـری خطی یک عنصر می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): تفاوت انرژی میان لایه‌های متوالی با دور شدن از هستهٔ اتم کمتر می‌شود.

گزینهٔ (۲): اتم برانگیخته با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر برمی‌گردد، حال این حالت پایدارتر ممکن است حالت پایه باشد یا حالت پایه نباشد.

گزینهٔ (۴): با نزدیک شدن به هسته اختلاف انرژی لایه‌های متوالی بیشتر می‌شود، بنابراین اختلاف انرژی لایه‌های دوم و سوم بیشتر از لایه‌های سوم و چهارم است. اگر طول موج نور حاصل از انتقال $n=۴$ به $n=۳$ در محدودهٔ مرئی باشد، طول موج نور حاصل از انتقال $n=۳$ به $n=۲$ باید انرژی بیشتری داشته باشد و در محدودهٔ فرابنفش باشد، پس طول موج آن باید کمتر از ۴۰۰nm باشد.

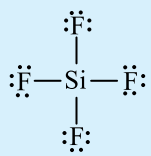
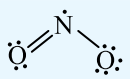
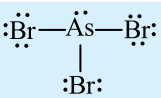
۱۱ **۴** فرمول شیمیایی منیزیم سولفید به‌صورت MgS است و در هر واحد فرمولی آن دو یون وجود دارد. $(Mg^{۲+},S^{۲-})$

فرمول شیمیایی سدیم نیترید به‌صورت $Na_۳N$ است و در هر واحد فرمولی آن سه یون مثبت وجود دارد.

$$\left.\begin{array}{l}?\,ion=۸۴g\,MgS\times\frac{۱mol\,MgS}{۵۶g\,MgS}\times\frac{۲mol\,ion}{۱mol\,MgS}=۳mol\,ion\\ ?\,\text{یون مثبت}=۱۶/۶g\,Na_۳N\times\frac{۱mol\,Na_۳N}{۸۳g\,Na_۳N}\times\frac{۳mol\,\text{یون مثبت}}{۱mol\,Na_۳N}=۰/۶mol\,\text{یون مثبت}\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{۳}{۰/۶}=۵$$

فصل دوم

۱۲ **۴** به بررسی همهٔ ترکیب‌ها می‌پردازیم:

ردیف	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	ساختار لوویس	شمار p.e	شمار n.e	$\frac{p.e}{n.e}$
۱	هیدروژن سیانید	HCN	$H-C\equiv N:$	۴	۱	۴
۲	سیلیسیم تترافلوئورید	$SiF_۴$		۴	۱۲	$\frac{۱}{۳}$
۳	نیتروژن دی‌اکسید	$NO_۲$		۳	۵	$\frac{۳}{۵}$
۴	آرسنیک تری‌برمید	$AsBr_۳$		۳	۱۰	$\frac{۳}{۱۰}$

توجه آرسنیک جزء عناصر گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

۱۳ **۲** معادله موازنه‌شده این دو واکنش به صورت زیر است:

$$\left.\begin{array}{l}(I)\ 4NH_2CH_2COOH(l)+9O_2(g)\rightarrow 8CO_2(g)+2N_2(g)+10H_2O(g)\rightarrow \text{مجموع ضرایب فراورده‌ها}=20\\(II)\ 4Fe(s)+6H_2O(l)+3O_2(g)\rightarrow 4Fe(OH)_3(s)\rightarrow \text{مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها}=13\end{array}\right\}\Rightarrow \text{نسبت مورد نظر}=\frac{13}{20}=0/65$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,O_2=10/7\,g\,Fe(OH)_3\times\frac{1\,mol\,Fe(OH)_3}{107\,g\,Fe(OH)_3}\times\frac{3\,mol\,O_2}{4\,mol\,Fe(OH)_3}\times\frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2}=1/68\,L\,O_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } Fe(OH)_3}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{حجم } O_2}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{10/7}{107\times4}=\frac{x}{22/4\times3}\Rightarrow x=1/68\,L\,O_2$$

۱۴ **۲** عبارت‌های سوم و پنجم درست هستند. **بررسی عبارت‌های نادرست:**

عبارت اول: دگر شکل به شکل‌های بلوری یا مولکولی یک عنصر گفته می‌شود.

عبارت دوم: فرمول مولکولی برای ترکیب‌هایی که یون دارند، استفاده نمی‌شود.

عبارت چهارم: در توسعهٔ پایدار هزینه‌های اجتماعی نیز باید در نظر گرفته شود.

۱۵ **۴** معادله موازنه شدهٔ دو واکنش به صورت زیر می‌باشد:

$$3SCl_2+4NaF\rightarrow SF_4+S_2Cl_2+4NaCl$$

$$SF_4+2H_2O\rightarrow SO_2+4HF$$

$$?\,g\,NaF=50\,L\,HF\times\frac{0/8\,g\,HF}{1\,L\,HF}\times\frac{1\,mol\,HF}{20\,g\,HF}\times\frac{1\,mol\,SF_4}{4\,mol\,HF}\times\frac{4\,mol\,NaF}{1\,mol\,SF_4}\times\frac{42\,g\,NaF}{1\,mol\,NaF}=84\,g\,NaF$$

$$?\,g\,SO_2=50\,L\,HF\times\frac{0/8\,g\,HF}{1\,L\,HF}\times\frac{1\,mol\,HF}{20\,g\,HF}\times\frac{1\,mol\,SO_2}{4\,mol\,HF}\times\frac{64\,g\,SO_2}{1\,mol\,SO_2}=32\,g\,SO_2$$

۱۶ **۳** ابتدا تعداد مول‌های گاز ظرف (II) را محاسبه می‌کنیم:

$$11/2\,g\,C_4H_8\times\frac{1\,mol\,C_4H_8}{56\,g\,C_4H_8}=0/2\,mol\,C_4H_8$$

شمار اتم‌های گازی در دو ظرف را به‌دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{array}{l}(II)\ \text{ظرف}:0/2\,mol\,C_4H_8\times\frac{12\,mol\,atom}{1\,mol\,C_4H_8}=2/4\,mol\,atom\\(I)\ \text{ظرف}:0/24\,mol\,O_2\times\frac{2\,mol\,atom}{1\,mol\,O_2}=0/48\,mol\,atom\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{2/4}{0/48}=5$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): تعداد مول گازی و فشار گاز در ظرف (I) بیشتر است.

گزینهٔ (۲): معادلهٔ سوختن بوتن به‌صورت $C_4H_8+6O_2\rightarrow 4CO_2+4H_2O$ است؛ بنابراین برای سوزاندن کامل ۰/۲ مول گاز بوتن به ۱/۲ مول $O_2(g)$ نیاز است.

گزینهٔ (۴):

$$?\,L\,CO=12/32\,g\,CO\times\frac{1\,molCO}{28\,gCO}\times\frac{22/4\,LCO}{1\,molCO}=9/856\,L\,CO$$

$$?\ \text{مجموع حجم دو گاز}=(0/2+0/24)\,mol\,gas\times\frac{22/4\,L\,gas}{1\,mol\,gas}=9/856\,L\,gas$$

۱۷ **۱** در واکنش‌های (ب) و (ت) مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها، ۱/۵ برابر مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها است.

معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌های داده شده و نسبت خواسته شده $\left(\frac{\text{مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها}}\right)$ به‌صورت زیر است:

واکنش (آ):

$$2NH_3(g)+5F_2(g)\rightarrow N_2F_4(g)+6HF(g)\Rightarrow\frac{7}{7}=1$$

واکنش (ب):

$$SOCl_2(l)+H_2O(l)\xrightarrow{\Delta}SO_2(g)+2HCl(g)\Rightarrow\frac{3}{2}=1/5$$

واکنش (پ):

$$2ClF_3(g)+2NH_3(g)\rightarrow N_2(g)+6HF(g)+Cl_2(g)\Rightarrow\frac{8}{4}=2$$

واکنش (ت):

$$2NaHCO_3(s)\xrightarrow{\Delta}Na_2CO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(g)\Rightarrow\frac{3}{2}=1/5$$

۱۸ **۳** ابتدا موازنهٔ معادلهٔ واکنش را کامل می‌کنیم:

$$m\,C_xH_yO_۶ + ۱۶۳O_۲ \rightarrow ۱۱۴CO_۲ + ۱۱۰H_۲O$$

$$\left.\begin{array}{l} C: m\times x = ۱۱۴ \\ H: m\times y = ۲۲۰ \\ O: ۶m + ۱۶۳\times ۲ = ۱۱۴\times ۲ + ۱۱۰ \end{array}\right\} \Rightarrow m=۲\ ,\ x=۵۷,\ y=۱۱۰$$

بنابراین معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت روبه‌رو است:

$$۲C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶ + ۱۶۳O_۲ \rightarrow ۱۱۴CO_۲ + ۱۱۰H_۲O$$

حال می‌توانیم با استفاده از جرم $C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶$، حجم گاز اکسیژن مصرف شده و مقدار مول $CO_۲$ تولید شده را محاسبه کرد:

$$?\,L\,O_۲ = ۸۹g\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶ \times \frac{۱\,mol\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶}{۸۹۰g\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶} \times \frac{۱۶۳mol\,O_۲}{۲mol\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶} \times \frac{۲۵L\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲} = ۲۰۳/۷۵L\,O_۲$$

$$?\,mol\,CO_۲ = ۸۹g\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶ \times \frac{۱\,mol\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶}{۸۹۰g\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶} \times \frac{۱۱۴mol\,CO_۲}{۲mol\,C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶} = ۵/۷mol\,CO_۲$$

۱۹ **۲** دمای ابتدای لایه را بر حسب درجهٔ سلسیوس به‌دست می‌آوریم:

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ \Rightarrow ۲۱۷ = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow \theta = -۵۶^\circ C$$

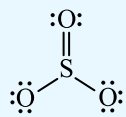
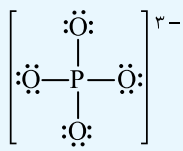
$$\theta(\text{انتهای لایه}) = \theta(\text{ابتدای لایه}) + ۵h \Rightarrow ۷ = -۵۶ + ۵h \Rightarrow h = ۱۲/۶km$$

۲۰ **۳** نام سه ترکیب $Mg_۳N_۲$، $NF_۳$ و $N_۲O_۳$ به‌ترتیب «منیزیم نیترید»، «نیتروژن تری‌فلوئورید» و «دی‌نیتروژن تری‌اکسید» است. برای نام‌گذاری $Cu_۲O$ و $Cr_۲O_۳$ ابتدا باید بار کاتیون را پیدا کنیم:

کروم (III) اکسید $\Rightarrow Cr_۲O_۳ \rightarrow ۲Cr^{۳+}\ ,\ ۳O^{۲-}$

مس (I) اکسید $\Rightarrow Cu_۲O \rightarrow ۲Cu^{+}\ ,\ O^{۲-}$

۲۱ **۱** ساختار لوویس هر گونه را رسم می‌کنیم:

نام گونه	فرمول شیمیایی	ساختار لوویس	شمار جفت الکترون‌های پیوندی
اتین	$C_۲H_۲$	$H-C\equiv C-H$	۵
گوگرد تری اکسید	$SO_۳$		۴
کربن دی‌سولفید	$CS_۲$	$:\ddot{S}=C=\ddot{S}:$	۴
هیدروژن سیانید	HCN	$H-C\equiv N:$	۴
کربن مونوکسید	CO	$:C\equiv O:$	۳
یون فسفات	$PO_۴^{۳-}$		۴

شمار جفت الکترون‌های پیوندی در چهار گونهٔ $SO_۳$، $CS_۲$، HCN و $PO_۴^{۳-}$ با هم برابر است. سه گونهٔ $C_۲H_۲$، HCN و CO در ساختار خود پیوند سه‌گانه دارند.

۲۲ **۲** عبارت‌های اول و دوم نادرست هستند. **بررسی عبارت‌های نادرست:**

عبارت اول: خواص و رفتار هر ماده به ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن وابسته است. بنابراین ساختار شیمیایی هر ماده تعیین‌کنندهٔ خواص و رفتار آن می‌باشد.

عبارت دوم: با افزایش مقدار $CO_۲$ در هواکره، مقداری از آن در آب دریاها و دریاچه‌ها حل می‌شود و تولید کربنیک اسید می‌کند و باعث کاهش pH آب می‌شود.

$$CO_۲(g) + H_۲O(l) \rightarrow H_۲CO_۳(aq)$$

فصل سوم

۲۳ ۳ عبارت‌های اول، دوم و پنجم درست است. **بررسی عبارت‌های نادرست:**

عبارت سوم: در فرایند اسمز(گذرندگی)، مولکول‌های آب از محیط رقیق به سمت محیط غلیظ جابه‌جا می‌شوند.

عبارت چهارم: صافی کربن و اسمز معکوس هر دو به میزان یکسانی آلاینده‌های موجود در آب را حذف می‌کنند.

۲۴ ۱ θ را صفر در نظر می‌گیریم تا مقدار انحلال‌پذیری ترکیب در دمای صفر درجه سلسیوس مشخص شود.

با توجه به نمودار، ترکیب مورد نظر KCl است. $S=۰/۳۵\theta+۲۶ \xrightarrow{\theta=۰} S=۲۶g$

اکنون انحلال‌پذیری KCl را به کمک رابطهٔ انحلال‌پذیری به‌دست می‌آوریم: $S=۰/۳۵\theta+۲۶ \xrightarrow{\theta=۷۶^\circ C} S=۰/۳۵(۷۶)+۲۶=۵۲/۶g$

با توجه به نمودار مقدار انحلال‌پذیری KCl در دمای $۷۶^\circ C$ برابر با ۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. اختلاف $=۵۲/۶-۵۰=۲/۶g$

۲۵ ۴ یون فسفات بار (-۳) دارد و با توجه به اینکه در یک ترکیب یونی مجموع بار کاتیون‌ها با مجموع بار آنیون‌ها برابر است، پس بار کاتیون X برابر $(+۲)$ می‌باشد. یون‌های سولفید و نیترید، $S^{۲-}$ و $N^{۳-}$ هستند و در ترکیب با کاتیون $X^{۲+}$ ترکیب‌های XS و $X_۳N_۲$ را تشکیل می‌دهند. فلزات گروه دوم جدول دوره‌ای کاتیون‌های پایدار با بار $(+۲)$ تشکیل می‌دهند.

۲۶ ۲ معادلهٔ موازنه‌شده این واکنش به‌صورت $I_۲+۱۰HNO_۳ \rightarrow ۲HIO_۳+۱۰NO_۲+۴H_۲O$ است.

$$?\,g\,I_۲=۰/۲mol\,NO_۲\times\frac{۱\,mol\,I_۲}{۱۰\,mol\,NO_۲}\times\frac{۲۵۴g\,I_۲}{۱\,mol\,I_۲}=۵/۰۸g\,I_۲$$

$$?\,mg\,HNO_۳=۰/۲mol\,NO_۲\times\frac{۱۰\,mol\,HNO_۳}{۱۰\,mol\,NO_۲}\times\frac{۶۳g\,HNO_۳}{۱\,mol\,HNO_۳}\times\frac{۱۰۰۰mg\,HNO_۳}{۱g\,HNO_۳}=۱۲۶۰۰mg\,HNO_۳$$

$$ppm=\frac{\text{میلی‌گرم‌های حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}\Rightarrow ۵۰۰۰=\frac{۱۲۶۰۰}{V}\Rightarrow V=۲/۵۲L$$

۲۷ ۱ معادلهٔ واکنش به‌صورت $BaCl_۲(aq)+Na_۲SO_۴(aq)\rightarrow BaSO_۴(s)+۲NaCl(aq)$ است. ابتدا جرم سدیم سولفات موجود در محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{جرم سدیم سولفات}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰\Rightarrow ۱۰=\frac{\text{جرم سدیم سولفات}}{۲۰۰}\times۱۰۰\Rightarrow \text{جرم سدیم سولفات}=۲۰g$$

سپس جرم باریم‌سولفات تولیدشده را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\,BaSO_۴=۲۰g\,Na_۲SO_۴\times\frac{۱\,mol\,Na_۲SO_۴}{۱۴۲g\,Na_۲SO_۴}\times\frac{۱\,mol\,BaSO_۴}{۱\,mol\,Na_۲SO_۴}\times\frac{۲۳۳g\,BaSO_۴}{۱\,mol\,BaSO_۴}=۳۲/۸g\,BaSO_۴$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): فرآورده محلول در آب، $NaCl$ است. $?\,mol\,NaCl=۲۰g\,Na_۲SO_۴\times\frac{۱\,mol\,Na_۲SO_۴}{۱۴۲g\,Na_۲SO_۴}\times\frac{۲mol\,NaCl}{۱\,mol\,Na_۲SO_۴}\simeq ۰/۲۸mol\,NaCl$

گزینهٔ (۳): در این واکنش، یون کلرید (Cl^-) ناظر است و در واکنش شرکت نمی‌کند و مصرف نمی‌شود.

گزینهٔ (۴): باریم سولفات که یکی از فرآورده‌های این واکنش است، نامحلول در آب می‌باشد.

۲۸ ۴ در میان ترکیب‌های مولکولی حاوی اتم‌های هیدروژن با جرم مولی نزدیک به هم، نیروی جاذبهٔ میان مولکول‌های موادی که در آن‌ها هیدروژن متصل به یکی از اتم‌های اکسیژن، فلوئور و نیتروژن وجود دارد، قوی‌تر بوده و نقطهٔ جوش بالاتری دارند. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): ترتیب صحیح نقطهٔ جوش این سه ترکیب به‌صورت $NH_۳>AsH_۳>PH_۳$ است.

گزینهٔ (۲): آب نقطهٔ جوش بالاتری دارد؛ چون می‌تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.

گزینهٔ (۳): در ساختار یخ هر مولکول آب با چهار مولکول دیگر پیوند هیدروژنی دارد. هر اتم اکسیژن مولکول آب دو پیوند هیدروژنی و هر اتم هیدروژن مولکول آب یک پیوند هیدروژنی با سایر مولکول‌های آب برقرار می‌کند.

۲۹ ۳ عبارت‌های اول، دوم و سوم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت دوم: محلول برخی مواد آلی در آب الکترولیت ضعیف بوده و می‌توانند به مقدار اندک رسانای جریان برق باشند مانند کربوکسیلیک‌اسیدها.

عبارت سوم: افزایش فشار و دما به ترتیب باعث افزایش و کاهش انحلال‌پذیری گازها در آب می‌شود.

عبارت چهارم: انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات و لیتیم‌سولفات در آب به ترتیب گرماگیر و گرماده است، بنابراین کاهش دما، انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات را در آب برخلاف لیتیم‌سولفات کاهش می‌دهد.

۳۰ **۱** قسمت اول: ابتدا باید جرم مولی نمک مس را به‌دست آوریم. از روش تناسب استفاده می‌کنیم تا ساده‌تر به جواب برسیم:

$$\frac{\text{حجم} \times \text{غلظت محلول NaOH}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم نمک}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۰/۱ \times ۰/۵}{۲} = \frac{۴/۵۵}{۱ \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{جرم مولی} = ۱۸۲ g.mol^{-۱}$$

$$\text{جرم مولی مس} = ۱۸۲ = ۲+(\text{جرم مولی آنیون}) = ۶۴+۲x \Rightarrow x = \text{جرم مولی آنیون} = ۵۹ g.mol^{-۱}$$

جرم مولی آنیون استات $(CH_۳COO^-)$ برابر با $۵۹ g.mol^{-۱}$ می‌باشد.

قسمت دوم:

$$\frac{\text{حجم} \times \text{غلظت محلول NaOH}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } Cu(OH)_۲}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۰/۱ \times ۰/۵}{۲} = \frac{x}{۱ \times ۹۸} \Rightarrow x = ۲/۴۵ g Cu(OH)_۲$$

۳۱ **۴** قسمت اول: ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه کرده و سپس جرم سدیم هیدروژن کربنات $(NaHCO_۳)$ را به‌دست می‌آوریم:

$$۲NaHCO_۳(s) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow Na_۲SO_۴(aq) + ۲CO_۲(g) + ۲H_۲O(l)$$

روش اول (کسرهای تبدیل):

$$?\, g\, NaHCO_۳ = ۷۵۰ mL \text{ محلول} \times \frac{۱ L \text{ محلول}}{۱۰۰۰ mL \text{ محلول}} \times \frac{۴ mol\, H_۲SO_۴}{۱ L \text{ محلول}} \times \frac{۲ mol\, NaHCO_۳}{۱ mol\, H_۲SO_۴} \times \frac{۸۴ g\, NaHCO_۳}{۱ mol\, NaHCO_۳} = ۵۰۴ g\, NaHCO_۳$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } NaHCO_۳}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۴ \times ۰/۷۵}{۱} = \frac{x}{۸۴ \times ۲} \Rightarrow x = ۵۰۴ g\, NaHCO_۳$$

حال باید جرم $BaCO_۳(s)$ تولید شده در واکنش دوم را به‌دست آوریم. به این منظور ابتدا ضریب $CO_۲$ (مادهٔ مشترک در هر دو واکنش) را یکی کرده و سپس با استفاده از حجم و مولاریته محلول $H_۲SO_۴$، جرم $BaCO_۳(s)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$۲NaHCO_۳(s) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow Na_۲SO_۴(aq) + ۲CO_۲(g) + ۲H_۲O(l)$$

$$۲BaO(s) + ۲CO_۲(g) \rightarrow ۲BaCO_۳(s)$$

$$H_۲SO_۴ \sim ۲BaCO_۳$$

$$?\, g\, BaCO_۳ = ۷۵۰ mL \text{ محلول} \times \frac{۱ L \text{ محلول}}{۱۰۰۰ mL \text{ محلول}} \times \frac{۴ mol\, H_۲SO_۴}{۱ L \text{ محلول}} \times \frac{۲ mol\, BaCO_۳}{۱ mol\, H_۲SO_۴} \times \frac{۱۹۷ g\, BaCO_۳}{۱ mol\, BaCO_۳} = ۱۱۸۲ g\, BaCO_۳$$

۳۲ **۳** عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: با استفاده از رابطهٔ «$ppm = $ درصد جرمی $\times ۱۰^۴$» داریم:

$$ppm = ۰/۰۱ \times ۱۰^۴ = ۱۰۰$$

عبارت دوم: سرم فیزیولوژی محلول رقیق سدیم کلرید در آب است.

عبارت سوم: نسبت شمار اتم‌های سازندهٔ آمونیوم کربنات $((NH_۴)_۲CO_۳)$ به آلومینیم سولفات $(Al_۲(SO_۴)_۳)$ به تقریب برابر ۰/۸ است:

$$\left.\begin{array}{l} (NH_۴)_۲CO_۳ \text{: شمار اتم‌های سازنده} = ۲ \times ۵ + ۴ = ۱۴ \\ Al_۲(SO_۴)_۳ \text{: شمار اتم‌های سازنده} = ۲ + ۳ \times ۵ = ۱۷ \end{array}\right\} \Rightarrow \text{نسبت خواسته شده} = \frac{۱۴}{۱۷} \simeq ۰/۸$$

عبارت چهارم: با استفاده از رابطهٔ درصد جرمی داریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۲ \Rightarrow ۲۷ = \frac{x\, kg \text{ حل‌شونده}}{۱/۲ \times ۱۰^۳ kg} \times ۱۰^۲ \Rightarrow x = ۳۲۴ kg \text{ حل‌شونده}$$

۳۳ **۳** در این آزمایش مقداری $CaCl_۲$ به محلول اضافه می‌شود و جرم محلول افزایش می‌یابد. پس از انجام واکنش $CaSO_۴$ به‌صورت رسوب از محلول خارج می‌شود و از جرم محلول کم می‌شود. با توجه به اطلاعات مسئله، درصد جرمی یون سدیم را در انتهای واکنش به‌دست می‌آوریم. مرحلهٔ اول: محاسبهٔ جرم محلول پس از انجام واکنش:

ابتدا جرم $CaCl_۲$ مورد نیاز که به محلول اضافه شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\, g\, CaCl_۲ = ۲۰۰ g \text{ محلول} \times \frac{۳۵/۵ g\, Na_۲SO_۴}{۱۰۰ g \text{ محلول}} \times \frac{۱ mol\, Na_۲SO_۴}{۱۴۲ g\, Na_۲SO_۴} \times \frac{۱ mol\, CaCl_۲}{۱ mol\, Na_۲SO_۴} \times \frac{۱۱۱ g\, CaCl_۲}{۱ mol\, CaCl_۲} = ۵۵/۵ g\, CaCl_۲$$

سپس جرم $CaSO_۴$ خارج شده از محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$?\, g\, CaSO_۴ = ۲۰۰ g \text{ محلول} \times \frac{۳۵/۵ g\, Na_۲SO_۴}{۱۰۰ g \text{ محلول}} \times \frac{۱ mol\, Na_۲SO_۴}{۱۴۲ g\, Na_۲SO_۴} \times \frac{۱ mol\, CaSO_۴}{۱ mol\, Na_۲SO_۴} \times \frac{۱۳۶ g\, CaSO_۴}{۱ mol\, CaSO_۴} = ۶۸ g\, CaSO_۴$$

اکنون جرم محلول باقی‌مانده در پایان واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم محلول نهایی} = \text{جرم محلول اولیه} + (\text{جرم } CaCl_۲ \text{ اضافه شده}) - (\text{جرم } CaSO_۴ \text{ خارج شده})$$

$$\text{جرم محلول نهایی} = ۲۰۰ + ۵۵/۵ - ۶۸ = ۱۸۷/۵ g$$

مرحلهٔ دوم: محاسبهٔ جرم Na^+ موجود در محلول نهایی و محاسبهٔ درصد جرمی آن:

$$?\,g\,Na^+ = ۲۰۰g\ \text{محلول} \times \frac{۳۵/۵g\,Na_۲SO_۴}{۱۰۰g\ \text{محلول}} \times \frac{۱mol\,Na_۲SO_۴}{۱۴۲g\,Na_۲SO_۴} \times \frac{۲mol\,Na^+}{۱mol\,Na_۲SO_۴} \times \frac{۲۳g\,Na^+}{۱mol\,Na^+} = ۲۳g\,Na^+$$

$$Na^+\ \text{درصد جرمی} = \frac{۲۳}{۱۸۷/۵} \times ۱۰۰ \simeq ۱۲/۳$$

۳۴ **۴** فرض می‌کنیم که وقتی دمای این محلول را از $۵۰^\circ C$ به $۴۰^\circ C$ کاهش می‌دهیم، x گرم پتاسیم نیترات رسوب می‌کند. بنابراین در دمای $۴۰^\circ C$ داریم:

$$KNO_۳\ \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم } KNO_۳ \text{ رسوب کرده} - \text{جرم } KNO_۳ \text{ در دمای } ۵۰^\circ C}{\text{جرم } KNO_۳ \text{ رسوب کرده} - \text{جرم محلول در دمای } ۵۰^\circ C} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۳۷/۵ = \frac{۱۶۲-x}{۳۶۰-x} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۴۳/۲g KNO_۳$$

$$?\,mol\,KNO_۳ = ۴۳/۲g\,KNO_۳ \times \frac{۱mol\,KNO_۳}{۱۰۱g\,KNO_۳} \simeq ۰/۴۳mol\,KNO_۳$$

$KNO_۳$ مقدار باقی‌مانده در محلول $= KNO_۳$ مقدار اولیه $- KNO_۳$ رسوب کرده $= ۱۶۲ - ۴۳/۲ = ۱۱۸/۸g$

۳۵ **۳** مخلوط آب و اتانول یک مخلوط همگن است، بنابراین نیروهای جاذبهٔ بین آب و اتانول (c) از نیروهای جاذبهٔ بین مولکول‌های آب (b) و مولکول‌های اتانول (a) قوی‌تر است. در مقایسهٔ نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های آب و اتانول، هر مولکول آب ۴ پیوند هیدروژنی و هر مولکول اتانول ۲ پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد، در نتیجه نقطهٔ جوش و قدرت نیروهای بین مولکولی آب بیشتر از اتانول است. بنابراین مقایسه‌های اول، سوم و چهارم درست هستند.

۳۶ **۳** عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): KCl یک ترکیب یونی و هگزان یک ترکیب مولکولی ناقطبی است. با توجه به عدم شباهت نیروهای بین ذرات سازندهٔ این دو ترکیب، KCl در هگزان نامحلول است.

عبارت (ب): انحلال گازها در آب گرماده است.

عبارت (پ): در یک دمای معین، انحلال‌پذیری گازها با فشار رابطهٔ مستقیم دارد.

عبارت (ت): هر چه شیب نمودار انحلال‌پذیری یک ترکیب در آب بیشتر باشد، تأثیر دما بر تغییرات انحلال‌پذیری آن بیشتر است. شیب نمودار انحلال‌پذیری بر حسب دما برای $KNO_۳$ بیشتر از $NaNO_۳$ است.

شیمی دهم
کنکور سراسری ۱۴۰۰

پاسخ‌های تشریحی

فصل اول

۱ ۳ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند. ابتدا عدد اتمی عنصر M را محاسبه کرده و به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

$$\begin{cases} n+p=۶۵ \\ n-p=۷ \end{cases} \Rightarrow n=۳۶, p=۲۹$$

برای به‌دست آوردن عدد اتمی عنصر M می‌توانید از روش تستی زیر نیز استفاده نمایید: $Z=\frac{A-(\text{تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها})}{۲}=\frac{۶۵-۷}{۲}=\frac{۵۸}{۲}=۲۹$

بنابراین عنصر مورد نظر، $_{۲۹}Cu$ است. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): آرایش الکترونی عنصر $_{۲۹}Cu$ به‌صورت زیر است:

$$_{۲۹}Cu: \underline{۱s^۲}/\underline{۲s^۲}۲p^۶/\underline{۳s^۲}۳p^۶۳d^{۱۰}/\underline{۴s^۱}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، در اتم $_{۲۹}Cu$، ۷ الکترون در زیرلایه‌های s، که $l=۰$ دارند، وجود دارد.

عبارت (ب): با توجه به آرایش الکترونی مس، شمارهٔ لایهٔ ظرفیت این عنصر برابر ۴ است و در آن یازده الکترون ظرفیتی وجود دارد؛ بنابراین عنصر $_{۲۹}Cu$، در دورهٔ چهارم و گروه ۱۱ جدول تناوبی قرار دارد.

$$_{۲۹}Cu: ۱s^۲۲s^۲۲p^۶۳s^۲۳p^۶\underbrace{۳d^{۱۰}۴s^۱}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

عبارت (پ): در آرایش الکترونی این اتم، ۱۲ الکترون با $l=۱$ و ۱۰ الکترون با $l=۲$ وجود دارد.

$$_{۲۹}Cu: ۱s^۲۲s^۲\ (۲p^۶)\ ۳s^۲\ (۳p^۶)\ \underline{۳d^{۱۰}}۴s^۱$$

عبارت (ت): آرایش الکترونی فشردهٔ اتم $_{۲۵}X$ به‌صورت $[Ar]۳d^۵۴s^۲$ است؛ بنابراین شمار الکترون‌های آخرین لایهٔ اشغال‌شدهٔ اتم آن که همان لایهٔ چهارم است، برابر ۲ می‌باشد. این در حالی است که شمار الکترون‌های آخرین لایهٔ اشغال شدهٔ اتم $_{۲۹}Cu$ (یعنی لایهٔ چهارم) برابر ۱ است. $_{۲۹}Cu: [Ar]۳d^{۱۰}۴s^۱$

۲ ۱ برای حل این تست، ابتدا جرم اتمی عنصر X را محاسبه می‌کنیم: (جرم اتمی X را در محاسبات x amu در نظر می‌گیریم.)

$$\frac{\text{جرم اتم‌های اکسیژن}}{\text{جرم ترکیب } X_۲O_۳}=\frac{۳\times۱۶}{(۳\times۱۶)+(۲\times x)}=\frac{۲}{۷}\Rightarrow x=۶۰amu$$

با توجه به اینکه جرم اتمی یک اتم با عدد جرمی آن از لحاظ عددی تقریباً برابر است، عدد جرمی عنصر X برابر ۶۰ می‌باشد. اکنون عدد اتمی عنصر X را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} n+p=۶۰ \\ n-p=۶ \end{cases} \Rightarrow n=۳۳, p=۲۷$$

عنصری با عدد اتمی ۲۷، همان کبالت است که در دورهٔ چهارم جدول تناوبی قرار دارد.

۳ ۲ با توجه به عدد اتمی عنصرهای داده شده می‌توان دریافت که عناصر $_۸A$، $_{۱۵}M$، $_{۲۱}E$ و $_{۳۵}X$ به ترتیب $_۸O$، $_{۱۵}P$، $_{۲۱}Sc$ و $_{۳۵}Br$ هستند. البته با آرایش الکترونی نیز می‌توان به نوع عنصرها و نحوهٔ ترکیب آن‌ها با دیگر عنصرها پی برد. با توجه به متن تست، اگر یکی از ترکیب‌های موجود در گزینه‌ها، در طبیعت وجود داشته باشد، آن گزینه حذف می‌شود و پاسخ تست نیست. در گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴)، فرمول ترکیب‌های عنصر E که همان اسکاندیم است، به‌درستی ارائه شده است:

گزینهٔ (۱): $E_۲A_۳ \Rightarrow Sc_۲O_۳\ (Sc^{۳+}, O^{۲-})$

گزینهٔ (۳): $EX_۳ \Rightarrow ScBr_۳\ (Sc^{۳+}, Br^-)$

گزینهٔ (۴): $EM \Rightarrow ScP\ (Sc^{۳+}, P^{۳-})$

شکل درست هر دو ترکیب مطرح شده در گزینهٔ (۲) به‌صورت $MX_۳\ (PBr_۳)$ و $E_۲A_۳\ (Sc_۲O_۳)$ می‌باشد.

نکته

عنصرها به خصوص نافلزها در ترکیب با سایر عنصرها می‌توانند عدد اکسایش‌های متنوعی داشته باشند؛ از این رو بهتر است شکل کلی ترکیب‌های متنوعی که در کتاب درسی برای عناصر آمده است را به خوبی بیاموزید. برای نمونه عنصر فسفر از گروه ۱۵ با هالوژن‌ها (X) ترکیب‌هایی به فرم PX_3 و PX_5 تولید می‌کند، همچنین عنصر نیتروژن از گروه ۱۵ با اکسیژن ترکیب‌هایی با فرمول NO، NO_2، N_2O_3، N_2O_4 و ... تولید می‌کند و نافلزهای گروه ۱۷ به جز فلوئور در ترکیب با اکسیژن، ترکیب‌هایی به فرم X_2O، X_2O_3، X_2O_5 و ... ایجاد می‌کنند.

۴ **۳** عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت دوم: ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها به عدد کوانتومی اصلی (n) و عدد کوانتومی فرعی (l) وابسته است. عبارت چهارم: آرایش الکترونی اتم ${}_{29}Cu$ به‌صورت زیر است:

$${}_{29}Cu: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \Rightarrow \begin{cases} (s \text{ زیرلایه‌های}) \; l=0 \text{ شمار الکترون‌های با} = 7 \\ (d \text{ زیرلایه‌های}) \; l=2 \text{ شمار الکترون‌های با} = 10 \end{cases}$$

۵ **۲** آرایش الکترونی اتم منگنز، به‌صورت مقابل است:

$${}_{25}Mn: [{}_{18}Ar] \underbrace{3d^5 4s^2}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

هر اتم منگنز دارای ۷ الکترون ظرفیتی است؛ بنابراین برای حل این تست، ابتدا حجم قطعهٔ منگنز را محاسبه کرده و تعداد مول الکترون‌های ظرفیتی موجود در اتم‌های منگنز این قطعه را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{حجم مکعب} = a^3 = 4^3 = 64 cm^3$$

$$?\, mol\, e^- (\text{ظرفیتی}) = 64 cm^3 \times \frac{7/5 g\, Mn}{1 cm^3} \times \frac{1 mol\, Mn}{55 g\, Mn} \times \frac{7 mol\, e^- (\text{ظرفیتی})}{1 mol\, Mn} \simeq 61/1 mol\, e^- (\text{ظرفیتی})$$

۶ **۳** عبارت‌های (الف) و (پ) جای خالی عبارت را به‌درستی تکمیل می‌کنند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): در میان عناصر واسطهٔ دورهٔ چهارم، در آرایش الکترونی ${}_{29}Cu$ و ${}_{30}Zn$، ده الکترون عددهای کوانتومی $n=3$ و $l=2$ دارند، یعنی در زیرلایهٔ $3d$ آن‌ها ۱۰ الکترون وجود دارد.

$${}_{29}Cu: [Ar] \underline{3d^{10}} 4s^1 \qquad {}_{30}Zn: [Ar] \underline{3d^{10}} 4s^2$$

عبارت (ب): همهٔ عناصر واسطهٔ دورهٔ چهارم، دو الکترون با اعداد کوانتومی $n=3$ و $l=0$ (زیرلایهٔ $3s$) دارند. به‌عبارتی در آرایش الکترونی همهٔ این عناصر زیرلایهٔ $3s$ به‌طور کامل از الکترون پر شده است و عنصری که یک الکترون در این زیرلایه داشته باشد، در این دسته از عنصرها جای ندارد.

عبارت (پ): در آرایش الکترونی ${}_{24}Cr$ و ${}_{29}Cu$، در آخرین لایهٔ الکترونی (لایهٔ الکترونی چهارم)، تنها یک الکترون وجود دارد.

$${}_{24}Cr: [Ar] 3d^5 \underline{4s^1} \qquad {}_{29}Cu: [Ar] 3d^{10} \underline{4s^1}$$

عبارت (ت): همهٔ عناصر واسطهٔ دورهٔ چهارم، شش الکترون با عددهای کوانتومی $n=3$ و $l=1$ (زیرلایهٔ $3p$) دارند؛ زیرا طبق قاعدهٔ آفبا، پیش از ورود الکترون به زیرلایهٔ $4s$، زیرلایهٔ $3p$ باید به‌طور کامل پر شده باشد و در واقع، عنصری که ۱۲ الکترون در زیرلایهٔ $3p$ داشته باشد، وجود ندارد.

۷ **۲** عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوتی دارند، در حالی‌که ${}^{60}_{27}M$ و ${}^{60}_{28}A$ عدد جرمی یکسان و عدد اتمی متفاوتی دارند، پس ایزوتوپ یکدیگر نیستند. عبارت (ب): در اتم ${}^{60}_{27}M$، ۲۷ پروتون و ۳۳ نوترون $(60-27)$ وجود دارد. تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های این عنصر برابر ۶ است.

$$n-p = 33-27 = 6$$

عبارت (پ): آرایش الکترونی عنصر ${}_{27}M$ به‌صورت زیر است:

$${}_{27}M: \underline{1s^2} / \underline{2s^2 2p^6} / \underline{3s^2 3p^6} 3d^7 / \underline{4s^2} \Rightarrow \begin{cases} (s \text{ زیرلایهٔ}) \; l=0 \text{ شمار الکترون‌های با} = 8 \\ (p \text{ زیرلایهٔ}) \; l=1 \text{ شمار الکترون‌های با} = 12 \end{cases}$$

بنابراین مجموع شمار الکترون های موجود در زیرلایه‌های با $l=0$ و $l=1$ (یعنی s و p) برابر $20 (12+8)$ است. عبارت (ت): آرایش الکترونی اتم ${}_{24}X$ به‌صورت $[{}_{18}Ar] 3d^5 4s^1$ است. شمار الکترون‌های زیرلایهٔ d در اتم ${}_{24}X$ برابر ۵ است و با توجه به آرایش الکترونی ${}_{27}M$ که در بالا رسم شده، در زیرلایهٔ d اتم ${}_{27}M$، ۷ الکترون وجود دارد. بنابراین اختلاف شمار الکترون‌های زیرلایهٔ d در این دو عنصر برابر $2 (7-5)$ است.

فصل دوم

۸ **۲** **محاسبهٔ جرم مولی عنصر X:** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش عنصرهای A و X به‌صورت مقابل است: $A+X\rightarrow AX$

جرم مولی عنصر X را m گرم بر مول در نظر می‌گیریم و آن را محاسبه می‌کنیم:

$$۱۶g\,A\times\frac{۱mol\,A}{۱۲۸g\,A}\times\frac{۱mol\,X}{۱mol\,A}\times\frac{m\,g\,X}{۱mol\,X}=۷g\,X\Rightarrow m=۵۶g.mol^{-۱}$$

محاسبهٔ جرم مولی عنصر Z: معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش عنصرهای Z و X به‌صورت مقابل است: $X+۳Z\rightarrow XZ_۳$

جرم مولی عنصر Z را n گرم بر مول در نظر می‌گیریم و آن را به‌دست می‌آوریم:

$$۲/۸g\,X\times\frac{۱mol\,X}{۵۶g\,X}\times\frac{۳\,mol\,Z}{۱mol\,X}\times\frac{n\,g\,Z}{۱mol\,Z}=۱۲g\,Z\Rightarrow n=۸۰g.mol^{-۱}$$

اکنون نسبت جرم مولی عنصر X به عنصر Z و جرم مولی $XZ_۳$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم مولی X}}{\text{جرم مولی Z}}=\frac{۵۶}{۸۰}=۰/۷$$

$$\text{جرم مولی } XZ_۳=۵۶+۳(۸۰)=۲۹۶g.mol^{-۱}$$

۹ **۴** همهٔ عبارت‌ها درست هستند. معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌ها به‌صورت زیر است:

a) $۲Co(OH)_۳(s)+۳H_۲SO_۴(aq)\rightarrow Co_۲(SO_۴)_۳(aq)+۶H_۲O(l)$

b) $۳NiCO_۳(s)+۲H_۳PO_۴(aq)\rightarrow Ni_۳(PO_۴)_۲(s)+۳CO_۲(g)+۳H_۲O(l)$

c) $MgCO_۳(s)+۲HNO_۳(aq)\rightarrow Mg(NO_۳)_۲(aq)+CO_۲(g)+H_۲O(l)$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ a و b یکسان و برابر ۱۲ است.

عبارت دوم: در هیچ‌کدام از واکنش‌ها، عدد اکسایش عنصرها تغییر نکرده است، پس هیچ‌کدام از واکنش‌های داده شده از نوع اکسایش- کاهش نیستند.

عبارت سوم: مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله‌های b و c به‌ترتیب برابر ۱۲ و ۶ است؛ از این‌رو اختلاف آن‌ها برابر ۶ است.

عبارت چهارم: در معادلهٔ c، مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها با هم برابر و مساوی با ۳ است.

۱۰ **۲** $۲AX_۲(s)\xrightarrow{\Delta}۲AX(s)+X_۲(g)$

برای حل تست، کافی است میان $AX_۲$ و AX یک رابطهٔ استوکیومتری بنویسیم: (جرم مولی A و X را به ترتیب a و x گرم بر مول در نظر می‌گیریم.)

روش اول (کسر تبدیل):

$$۱/۱۲g\,AX_۲\times\frac{۱mol\,AX_۲}{(a+۲x)g\,AX_۲}\times\frac{۲mol\,AX}{۲mol\,AX_۲}\times\frac{(a+x)g\,AX}{۱molAX}=۰/۷۲g\,AX\Rightarrow\frac{a+x}{a+۲x}=\frac{۰/۷۲}{۱/۱۲}\Rightarrow\frac{a+x}{a+۲x}=\frac{۹}{۱۴}$$

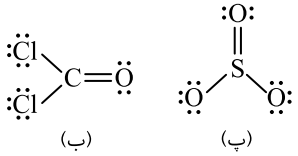
$$\Rightarrow ۱۴a+۱۴x=۹a+۱۸x\Rightarrow ۴x=۵a\Rightarrow\frac{x}{a}=\frac{۵}{۴}=۱/۲۵$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } AX_۲ \text{ مصرفی}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم AX تولیدی}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{۱/۱۲}{۲\times(a+۲x)}=\frac{۰/۷۲}{۲\times(a+x)}\Rightarrow\frac{۱۴}{a+۲x}=\frac{۹}{a+x}\Rightarrow ۱۴a+۱۴x=۹a+۱۸x\Rightarrow ۴x=۵a\Rightarrow\frac{x}{a}=\frac{۵}{۴}=۱/۲۵$$

تله تستی اگر در حل این مسئله بخواهید از حجم گاز $X_۲$ نیز در محاسبات استفاده کنید، پس از انجام دو مرحله به پاسخ می‌رسید و وقت شما در جلسهٔ کنکور تلف می‌شود.

۱۱ **۳** ساختار لوویس مولکول‌های (الف) و (ت) درست رسم شده است. در ساختار لوویس مورد (ب)، اتم اکسیژن دهتایی شده و در ساختار مورد (پ)، اتم گوگرد هشت‌تایی نشده است. ساختار لوویس صحیح مورد (ب) و (پ) به‌صورت مقابل است:



(ب) (پ)

۱۲ **۱** ابتدا حجم $O_۲$ لازم برای سوختن کامل و سوختن ناقص ۷۲/۵ گرم بوتان را محاسبه می‌کنیم. معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش سوختن کامل بوتان به‌صورت زیر است: $۲C_۴H_{۱۰}+۱۳O_۲\rightarrow ۸CO_۲+۱۰H_۲O$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,O_۲=۷۲/۵g\,C_۴H_{۱۰}\times\frac{۱mol\,C_۴H_{۱۰}}{۵۸g\,C_۴H_{۱۰}}\times\frac{۱۳mol\,O_۲}{۲mol\,C_۴H_{۱۰}}\times\frac{۲۲/۴L\,O_۲}{۱mol\,O_۲}=۱۸۲L\,O_۲$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } C_۴H_{۱۰}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{حجم } O_۲}{\text{ضریب}\times۲۲/۴}\Rightarrow\frac{۷۲/۵}{۲\times۵۸}=\frac{V}{۲۲/۴\times۱۳}\Rightarrow V=۱۸۲\,L\,O_۲$$

معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش سوختن ناقص بوتان به‌صورت مقابل است: $2C_4H_{10}+9O_2\rightarrow 8CO+10H_2O$

روش اول (کسر تبدیل): $?\,L\,O_2=72/5\,g\,C_4H_{10}\times\frac{1\,mol\,C_4H_{10}}{58\,g\,C_4H_{10}}\times\frac{9\,mol\,O_2}{2\,mol\,C_4H_{10}}\times\frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2}=126\,L\,O_2$

روش دوم (تناسب): $\frac{\text{جرم } C_4H_{10}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{حجم } O_2}{\text{ضریب}\times 22/4}\Rightarrow\frac{72/5}{2\times 58}=\frac{V}{22/4\times 9}\Rightarrow V=126\,L\,O_2$

سپس اختلاف حجم گاز O_2 مصرفی را به‌دست می‌آوریم: اختلاف حجم گاز اکسیژن مصرفی $=182-126=56\,L\,O_2$

روش دیگر: با توجه به معادله‌های واکنش سوختن کامل و ناقص بوتان می‌توان دریافت که به ازای سوختن کامل و ناقص دو مول C_4H_{10}، به‌ترتیب ۱۳ و ۹ مول اکسیژن مصرف می‌شود که اختلاف مقدار مول O_2 مصرفی برابر ۴ مول می‌باشد؛ بنابراین:

$$?\,L\,O_2(\text{اختلاف})=72/5\,g\,C_4H_{10}\times\frac{1\,mol\,C_4H_{10}}{58\,g\,C_4H_{10}}\times\frac{4\,mol\,O_2\ \text{اختلاف}}{2\,mol\,C_4H_{10}}\times\frac{22/4\,L\,O_2\ \text{اختلاف}}{1\,mol\,O_2}=56\,L\,O_2(\text{اختلاف})$$

تله‌تستی اگر پس از انجام محاسبات مسئله که برابر ۵۶/۰ است، عجله کنید ممکن است به علت بی‌دقتی گزینهٔ (۲) که برابر ۶۵/۰ است را انتخاب نمایید.

۱۳ **۲** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌ها به‌صورت زیر است:

a) $2Cr(s)+6H_2SO_4(aq)\rightarrow Cr_2(SO_4)_3(aq)+3SO_2(g)+6H_2O(l)\Rightarrow$ مجموع ضرایب $=18$

b) $2Ag(s)+2H_2SO_4(aq)\rightarrow Ag_2SO_4(aq)+SO_2(g)+2H_2O(l)\Rightarrow$ مجموع ضرایب $=8$

c) $2H_3PO_4(aq)+3Zn(OH)_2(s)\rightarrow Zn_3(PO_4)_2(s)+6H_2O(l)\Rightarrow$ مجموع ضرایب $=12$

d) $4NH_3(g)+5O_2(g)\rightarrow 4NO(g)+6H_2O(l)\Rightarrow$ مجموع ضرایب $=19$

مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش d بیشترین و در واکنش b کمترین مقدار را دارد.

۱۴ **۳** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌ها به‌صورت زیر است:

a) $P_4O_{10}(s)+6H_2O(l)\rightarrow 4H_3PO_4(aq)\Rightarrow$ مجموع ضرایب مواد $=11$

b) $SF_4(g)+2H_2O(l)\rightarrow SO_2(g)+4HF(g)\Rightarrow$ مجموع ضرایب مواد $=8$

c) $4FeS_2(s)+11O_2(g)\rightarrow 2Fe_2O_3(s)+8SO_2(g)\Rightarrow$ مجموع ضرایب مواد $=25$

d) $4HNO_3(aq)\rightarrow 4NO_2(g)+O_2(g)+2H_2O(g)\Rightarrow$ مجموع ضرایب مواد $=11$

قسمت اول: $\frac{\text{مجموع ضرایب مواد در واکنش a}}{\text{مجموع ضرایب مواد در واکنش c}}=\frac{11}{25}=0/44$

قسمت دوم: تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش‌های b و d $=11-8=3$

۱۵ **۱** فرمول شیمیایی مس (I) اکسید به‌صورت Cu_2O بوده که مشابه فرمول شیمیایی Ag_2O است. در هر واحد فرمولی از Cu_2O، یک اتم اکسیژن و دو اتم مس وجود دارد، پس نسبت جرم اکسیژن به جرم مس در آن برابر است با: $\frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم مس}}=\frac{16}{2\times 64}=\frac{1}{8}=0/125$

تله‌تستی اگر فرمول مس (I) اکسید را به اشتباه CuO در نظر بگیرید، نسبت جرم اکسیژن به گوگرد را ۰/۲۵ به‌دست می‌آورید و به اشتباه گزینهٔ «۳» را انتخاب خواهید کرد.

۱۶ **۳** عبارت‌های اول، دوم و سوم درست هستند. عنصر مورد نظر $_{24}Cr$ بوده و آرایش الکترونی آن به‌صورت زیر است:

$$_{24}Cr:1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^5\,4s^1$$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: کروم در ترکیب‌های خود با دیگر عنصرها، اغلب به‌صورت کاتیون‌های Cr^{2+} و Cr^{3+} وجود دارد.

عبارت دوم: آرایش الکترونی فشرده و آرایش لایهٔ ظرفیت عنصر کروم $(_{24}Cr)$ و عنصر $_{16}X$ که همان گوگرد $(_{16}S)$ است، به‌صورت زیر می‌باشد:

$$_{16}S:[_{10}Ne]\underbrace{3s^2\,3p^4}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}\qquad _{24}Cr:[_{18}Ar]\underbrace{3d^5\,4s^1}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

هر دو عنصر در لایهٔ ظرفیت خود دارای ۶ الکترون هستند.

عبارت سوم: در اتم $_{24}Cr$، با جدا شدن ۶ الکترون (الکترون‌های زیرلایه‌های 4s و 3d)، یونی با آرایش الکترونی اتم گاز نجیب آرگون $(_{18}Ar)$ به‌دست می‌آید.

$$_{24}Cr:1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^5\,4s^1\xrightarrow[\text{۶ الکترون}]{\text{جدا کردن}}{}_{24}Cr^{6+}:\underbrace{1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6}_{_{18}Ar}$$

عبارت چهارم: آرایش الکترونی دو عنصر $_{24}Cr$ و $_{25}Z$ به‌صورت زیر است:

$$_{24}Cr:[_{18}Ar]\underbrace{3d^5 4s^1}_{\text{لایهٔ ظرفیت}} \qquad _{25}Z:[_{18}Ar]\underbrace{3d^5 4s^2}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت عنصر $_{24}Cr$ با آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت عنصر $_{25}Z$ مشابه نیست.

۱۷ ۲ **قسمت اول:** محاسبهٔ شمار مول‌های یون Al^{3+} موجود در ۱۷/۱ گرم آلومینیم سولفات:

$$?\,mol\,Al^{3+}=17/1\,g\,Al_2(SO_4)_3\times\frac{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}{342\,g\,Al_2(SO_4)_3}\times\frac{2\,mol\,Al^{3+}}{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}=0/1\,mol\,Al^{3+}$$

تله تستی اگر به دلیل بی‌دقتی، تعداد یون‌های Al^{3+} موجود در هر واحد فرمولی از آلومینیم سولفات را برابر یک در نظر بگیرید، به اشتباه گزینهٔ (۱) را انتخاب خواهید کرد.

قسمت دوم: محاسبهٔ جرم رسوب $Al(OH)_3$ حاصل از مصرف ۱۷/۱ گرم آلومینیم سولفات:

معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت زیر است:

$$Al_2(SO_4)_3(aq)+3Ca(OH)_2(aq)\rightarrow 2Al(OH)_3(s)+3CaSO_4(aq)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,Al(OH)_3=17/1\,g\,Al_2(SO_4)_3\times\frac{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}{342\,g\,Al_2(SO_4)_3}\times\frac{2\,mol Al(OH)_3}{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}\times\frac{78\,g\,Al(OH)_3}{1\,mol\,Al(OH)_3}=7/8\,g\,Al(OH)_3$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } Al_2(SO_4)_3}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم } Al(OH_3)}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{17/1}{1\times342}=\frac{x}{2\times78}\Rightarrow x=7/8\,g\,Al(OH)_3$$

تله تستی اگر در حل قسمت دوم این تست، به ضریب $Al(OH)_3$ توجه نکنید، به جای ۷/۸ به ۳/۹ می‌رسید و به اشتباه گزینهٔ (۴) را انتخاب خواهید کرد.

فصل سوم

۱۸ ۴ در ردیف‌های (۲) و (۴) نام شیمیایی همهٔ ترکیب‌ها درست ذکر شده است. در ردیف (۱)، نام درست ترکیب CuO، مس (II) اکسید و در ردیف (۳)، نام درست ترکیب CrF_2، کروم (II) فلوئورید است.

۱۹ ۲ معادلهٔ موازنه شدهٔ این واکنش به‌صورت زیر است:

$$H_3PO_4(aq)+3KOH(aq)\rightarrow K_3PO_4(aq)+3H_2O(l)$$

برای محاسبهٔ غلظت مولی محلول بازی (یعنی محلول KOH) به یکی از روش‌های زیر عمل می‌کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\,KOH=53\,g\,K_3PO_4\times\frac{1\,mol\,K_3PO_4}{212\,g\,K_3PO_4}\times\frac{3\,mol\,KOH}{1\,mol\,K_3PO_4}=0/75\,mol\,KOH$$

$$\text{مولاریته}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{0/75}{0/2}=3/75\,mol.L^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت مولی}\times\text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم پتاسیم فسفات}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{0/2\times M}{3}=\frac{53}{1\times212}\Rightarrow M=3/75\,mol.L^{-1}$$

۲۰ ۳ عبارت‌های اول، سوم و چهارم نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: چون نقطهٔ A زیر نمودار مربوط به انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات و سدیم نیترات است، پس می‌توان گفت محلول این دو نمک در نقطهٔ مورد نظر سیرنشده است.

عبارت دوم: با توجه به نمودار انحلال‌پذیری برحسب دمای داده شده در صورت تست، در دمای $90^\circ C$، انحلال‌پذیری KCl برابر ۵۵ گرم و انحلال‌پذیری $NaCl$ برابر ۴۰ گرم بوده و تفاوت آن‌ها برابر ۱۵ (۵۵−۴۰) است.

عبارت سوم: با توجه به نمودار انحلال‌پذیری برحسب دمای داده شده در صورت تست، در دمای $25^\circ C$، انحلال‌پذیری KNO_3 و KCl به تقریب برابر با ۳۸ و ۳۲ گرم است که مجموع آن برابر ۷۰ گرم می‌باشد. در این دما انحلال‌پذیری $NaNO_3$ تقریباً برابر ۹۲ گرم است.

عبارت چهارم: نمودار انحلال‌پذیری لیتیم سولفات، نزولی بوده و شیب منفی دارد؛ از این‌رو ضریب θ باید عددی منفی باشد.

۲۱ **۳** نقره برخلاف منیزیم، در سری الکتروشیمیایی بالاتر از هیدروژن قرار دارد و نمی‌تواند با HCl واکنش دهد؛ بنابراین کاهش غلظت محلول هیدروکلریک اسید، تنها به دلیل واکنش فلز منیزیم با HCl است.

$Ag(s)+HCl(aq)\rightarrow$ واکنش انجام نمی‌شود.

$Mg(s)+2HCl(aq)\rightarrow MgCl_2(aq)+H_2(g)$

در اثر این واکنش، غلظت محلول اسید، به اندازهٔ $0/5mol.L^{-1}$ کاهش می‌یابد. کاهش غلظت هیدروکلریک اسید $=0/8-0/3=0/5mol.L^{-1}$

حال جرم منیزیم موجود در مخلوط اولیه را به یکی از روش‌های زیر محاسبه می‌کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,Mg=200mL\,\text{محلول}\times\frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000mL\,\text{محلول}}\times\frac{0/5mol\,HCl}{1\,L\,\text{محلول}}\times\frac{1\,mol\,Mg}{2mol\,HCl}\times\frac{24g\,Mg}{1\,mol\,Mg}=1/2g\,Mg$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت اسید}\times\text{لیتر اسید}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم منیزیم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{0/2\times0/5}{2}=\frac{x}{24\times1}\Rightarrow x=1/2g\,Mg$$

اکنون درصد جرمی نقره و مقدار مول منیزیم موجود در مخلوط اولیه را به‌دست می‌آوریم: جرم منیزیم $=$ جرم مخلوط $-$ جرم نقره $=10-1/2=8/8g$

$$\text{درصد جرمی نقره}=\frac{\text{جرم نقره}}{\text{جرم مخلوط}}\times100=\frac{8/8}{10}\times100=\%88$$

$$\text{مقدار مول منیزیم موجود در مخلوط اولیه}=1/2g\,Mg\times\frac{1\,mol\,Mg}{24g\,Mg}=0/05mol\,Mg$$

۲۲ **۲** در جدول داده شده در صورت تست، سه مورد نادرست وجود دارد.

مورد (۱): گروه عاملی موجود در ساختار اتانول، هیدروکسیل است. (نه هیدروکسید!) مورد (۲): مولکول‌های استون قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. مورد (۳): متیل آمین به دلیل قطبی بودن و توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب، انحلال‌پذیری زیادی در آب دارد.

۲۳ **۱** در این تست، فرمول شیمیایی سه ترکیب به‌درستی آورده شده است. فرمول شیمیایی درست سایر ترکیب‌ها به‌صورت زیر است:

گالیم کلرید $\Rightarrow Ga^{3+},Cl^-\Rightarrow GaCl_3$

مس (II) سولفید $\Rightarrow Cu^{2+},S^{2-}\Rightarrow CuS$

کبالت (III) سولفات $\Rightarrow Co^{3+},SO_4^{2-}\Rightarrow Co_2(SO_4)_3$

تذکر فرمول شیمیایی یون سیانید که به‌صورت CN^- است در کتاب درسی وجود ندارد ولی با توجه به فرمول هیدروژن سیانید که به‌صورت HCN است، می‌توان نتیجه گرفت که فرمول یون سیانید به‌صورت CN^- می‌باشد.

۲۴ **۱** عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (ب): در موادی که جرم مولی آن‌ها با یکدیگر برابر است، موادی که قطبی هستند، نیروی بین مولکولی قوی‌تر و نقطهٔ جوش بالاتری دارند. با توجه به توضیحات، جرم مولی گازهای CO و N_2 برابر است و چون CO دارای مولکول‌های قطبی و N_2 دارای مولکول‌های غیرقطبی است؛ بنابراین CO نقطهٔ جوش بالاتری دارد و زودتر به مایع تبدیل می‌شود.

عبارت (پ): آب (H_2O) به دلیل دارا بودن گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر و توانایی برقراری پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های خود، نقطهٔ ذوب و جوش بالاتری نسبت به هیدروژن سولفید (H_2S) دارد. به جدول زیر توجه کنید:

ماده	فرمول شیمیایی	قطبیت مولکولی	جرم مولی $(g.mol^{-1})$	حالت فیزیکی $(25^\circ C)$	نقطهٔ جوش $(^\circ C)$
آب	H_2O	قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S	قطبی	۳۴	گاز	-60

عبارت (ت): HCl دارای مولکول‌های قطبی و F_2 دارای مولکول‌های غیرقطبی است و چون جرم مولی آن‌ها تفاوت چندانی با یکدیگر ندارد، بنابراین نقطهٔ جوش HCl بالاتر است.

۲۵ **۱** **قسمت اول:** فرض می‌کنیم که جرم نمونهٔ ناخالص اولیه برابر ۱۰۰ گرم باشد. در این صورت در این نمونه ۸۸ گرم Na_2SO_4 و ۱۰ گرم آب وجود دارد. اگر این نمونه، x گرم آب (رطوبت) جذب کند، خواهیم داشت:

$$\text{درصد جرمی آب در نمونهٔ نهایی}=\frac{10+x}{100+x}\times100=20\Rightarrow x=12/5g$$

به این ترتیب، در نمونهٔ نهایی که جرم آن برابر $112/5g$ $(100+12/5)$ است، ۸۸ گرم نمک Na_2SO_4 وجود دارد؛ بنابراین:

$$\text{درصد جرمی نمک در نمونهٔ نهایی}=\frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص نهایی}}\times100=\frac{88}{112/5}\times100\simeq\%78/2$$

قسمت دوم: معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$Na_2SO_4(aq)+BaCl_2(aq)\rightarrow 2NaCl(aq)+BaSO_4(s)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,BaSO_4=35/5\,g\ \text{نمونهٔ ناخالص}\times\frac{88\,g\,Na_2SO_4}{100\,g\ \text{نمونهٔ ناخالص}}\times\frac{1\,mol\,Na_2SO_4}{142\,g\,Na_2SO_4}\times\frac{1\,mol\,BaSO_4}{1\,mol\,Na_2SO_4}\times\frac{233\,g\,BaSO_4}{1\,mol\,BaSO_4}=51/26\,g\,BaSO_4$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}\times\frac{P}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم}\ BaSO_4}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{35/5\times\frac{88}{100}}{142\times1}=\frac{x}{233\times1}\Rightarrow x=51/26\,g\,BaSO_4$$

۲۶ **۲** ابتدا به کمک معادلهٔ «انحلال‌پذیری- دما»، انحلال‌پذیری نمک A را در آب در دماهای $0^\circ C$ و $40^\circ C$ به‌دست می‌آوریم:

$$S_A=0/97\theta+35\Rightarrow\begin{cases}\theta=0^\circ C\Rightarrow S_A=35\,g\\ \theta=40^\circ C\Rightarrow S_A=0/97\times(40)+35=73/8\,g\end{cases}$$

بنابراین انحلال‌پذیری نمک B در دماهای $0^\circ C$ و $40^\circ C$ به ترتیب برابر $35\,g$ و $30\,g$ است، اکنون معادلهٔ «انحلال‌پذیری - دما» را برای مادهٔ B به‌دست می‌آوریم:

$$(\text{شیب})\ a=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}=\frac{30-35}{40-0}=-\frac{1}{8}$$

$$S-S_1=a(\theta-\theta_1)\Rightarrow S-35=-\frac{1}{8}(\theta-0)\Rightarrow S=-\frac{1}{8}\theta+35$$

اکنون انحلال‌پذیری نمک‌های A و B را در دمای $50^\circ C$ به‌دست می‌آوریم:

$$S_A(\theta=50^\circ C)=0/97\times50+35=83/5\,g$$

$$S_B(\theta=50^\circ C)=-\frac{1}{8}\times50+35=28/75\,g$$

برای محاسبهٔ نسبت غلظت مولار محلول‌ها، ۱۰۰ گرم از هر محلول را در نظر می‌گیریم و با توجه به یکسان بودن حجم محلول‌های سیرشدهٔ A و B، نسبت غلظت مولار آن‌ها برابر نسبت مقدار مول آن‌ها است:

$$\left.\begin{aligned}&\text{مول A در محلول سیرشدهٔ آن}=83/5\,g\,A\times\frac{1\,mol\,A}{330\,g\,A}\simeq0/253\,mol\,A\\&\text{مول B در محلول سیرشدهٔ آن}=28/75\,g\,B\times\frac{1\,mol\,B}{110\,g\,B}\simeq0/261\,mol\,B\end{aligned}\right\}\Rightarrow\frac{\text{غلظت B در محلول آن}}{\text{غلظت A در محلول آن}}=\frac{\text{مقدار مول B}}{\text{مقدار مول A}}=\frac{0/261}{0/253}\simeq1/03$$

۲۷ **۱** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$MgCO_3(s)+H_2SO_4(aq)\rightarrow MgSO_4(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$$

ابتدا جرم اسید موجود در ۱۰ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید را به یکی از روش‌های زیر محاسبه کنیم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,H_2SO_4=210\,mg\,MgCO_3\times\frac{1\,g\,MgCO_3}{1000\,mg\,MgCO_3}\times\frac{1\,mol\,MgCO_3}{84\,g\,MgCO_3}\times\frac{1\,mol\,H_2SO_4}{1\,mol\,MgCO_3}\times\frac{98\,g\,H_2SO_4}{1\,mol\,H_2SO_4}=0/245\,g\,H_2SO_4$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم}\ MgCO_3}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم}\ H_2SO_4}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{210\times10^{-3}}{84\times1}=\frac{x}{98\times1}\Rightarrow x=0/245\,g\,H_2SO_4$$

قسمت اول: جرم اسید موجود در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید برابر است با:

$$?\,g\,H_2SO_4=100\,mL\,H_2SO_4\ \text{محلول}\times\frac{0/245\,g\,H_2SO_4}{10\,mL\,H_2SO_4\ \text{محلول}}=2/45\,g\,H_2SO_4$$

قسمت دوم: مولاریتهٔ محلول سولفوریک اسید برابر است با:

$$\text{مولاریته}=\frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{2/45\,g\,H_2SO_4\times\frac{1\,mol\,H_2SO_4}{98\,g\,H_2SO_4}}{0/1\,L\ \text{محلول}}=0/25\,mol.L^{-1}$$

۲۸ **۴** فقط نام ترکیب مطرح شـده در گزینهٔ (۱)، اشـتباه ذکر شده است. نام درست Cu_2CO_3، مس (I) کربنات است. ساختار لوویس آنیون‌های ترکیب‌های گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) به‌صورت زیر است:

گزینهٔ (۲):

$$Ba_3(PO_4)_2 \Rightarrow [:\ddot{O}-\underset{\ddot{O}:}{\overset{\ddot{O}:}{\underset{|}{\overset{|}{P}}}}-\ddot{O}:]^{3-} \Rightarrow \begin{cases} \text{۲۴ الکترون ناپیوندی} \\ \text{۸ الکترون پیوندی} \end{cases} \Rightarrow \text{اختلاف} = ۲۴-۸ = ۱۶$$

گزینهٔ (۳):

$$Li_2SO_4 \Rightarrow [:\ddot{O}-\underset{\ddot{O}:}{\overset{\ddot{O}:}{\underset{|}{\overset{|}{S}}}}-\ddot{O}:]^{2-} \Rightarrow \begin{cases} \text{۲۴ الکترون ناپیوندی} \\ \text{۸ الکترون پیوندی} \end{cases} \Rightarrow \text{اختلاف} = ۲۴-۸ = ۱۶$$

گزینهٔ (۴):

$$NH_4OH \Rightarrow [:\ddot{O}-H]^- \Rightarrow \begin{cases} \text{۶ الکترون ناپیوندی} \\ \text{۲ الکترون پیوندی} \end{cases} \Rightarrow \text{اختلاف} = ۶-۲ = ۴$$

تفاوت شمار الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در آنیون هیدروکسید کمتر از دو آنیون دیگر است.

تذکر برای یادگیری بیشتر شما ساختار لوویس یون کربنات (CO_3^{2-}) نیز در روبه‌رو رسم شده است.

$$CO_3^{2-} \Rightarrow \left[\begin{array}{c} :O: \\ \| \\ :\ddot{O}-C-\ddot{O}: \end{array}\right]^{2-}$$

۲۹ **۲** معادلهٔ موازنه شدهٔ این واکنش به‌صورت مقابل است:

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

ابتدا مولاریتهٔ محلول آغازی و پایانی را محاسـبه می‌کنیم. فرض می‌کنیم که در محلول آغازی، n مول گلوکز وجود دارد؛ بنابراین غلظت آغازی گلوکز برابر با $\frac{n}{۰/۰۸۱}$ مول بر لیتر است.

$$\text{مولاریته} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{n}{۰/۰۸۱}\ mol.L^{-1}$$

حال باید تعداد مول گلوکز مصرف‌شـده را محاسـبه کنیم. علاوه بر این، در این واکنش آب نیز تولید می‌شـود و به حجم محلول، باید حجم آب تولید شـده را نیز اضافه کرد:

$$?\,mol\,C_6H_{12}O_6 = ۱/۵ mol\,O_2 \times \frac{۱\,mol\,C_6H_{12}O_6}{۶\,mol\,O_2} = ۰/۲۵ mol\,C_6H_{12}O_6$$

$$?\,mL\,H_2O = ۱/۵ mol\,O_2 \times \frac{۶\,mol\,H_2O}{۶\,mol\,O_2} \times \frac{۱۸\,g\,H_2O}{۱\,mol\,H_2O} \times \frac{۱\,mL\,H_2O}{۱\,g\,H_2O} = ۲۷ mL\,H_2O$$

پس غلظت گلوکز در محلول پایانی برابر است با:

$$\text{مولاریته} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{\text{مول مصرفی گلوکز} - \text{مول آغازی گلوکز}}{\text{حجم آب اضافه‌شده} + \text{حجم ابتدایی محلول}} = \frac{n-۰/۲۵}{۰/۰۸۱+۰/۰۲۷} = \frac{n-۰/۲۵}{۰/۱۰۸}\ mol.L^{-1}$$

اکنون نسبت غلظت آغازی به پایانی را برابر ۶/۵ قرار داده و n را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{غلظت آغازی}}{\text{غلظت پایانی}} = ۶/۵ \Rightarrow \frac{\frac{n}{۰/۰۸۱}}{\frac{n-۰/۲۵}{۰/۱۰۸}} = ۶/۵ \Rightarrow n \simeq ۰/۳۱۴۵ \quad (\text{مقدار مول آغازی گلوکز})$$

اکنون درصد جرمی گلوکز مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی گلوکز مصرفی} = \frac{\text{جرم گلوکز مصرفی}}{\text{جرم گلوکز آغازی}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم مولی گلوکز} \times \text{مول گلوکز مصرفی}}{\text{جرم مولی گلوکز} \times \text{مول گلوکز آغازی}} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۲۵}{۰/۳۱۴۵} \times ۱۰ \simeq ٪۷۹/۵$$

۳۰ **۳** عبارت‌های دوم، سوم و چهارم درست است. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: ابتدا غلظت مولی محلول (۴) و محلول (۳) را به کمک رابطهٔ «$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}$» محاسـبه می‌کنیم و سـپس نسـبت آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{غلظت مولی محلول (۴)} = \frac{۳ \times ۰/۲۵}{۲۵ \times ۱۰^{-۳}} = ۳ mol.L^{-1} \\ \text{غلظت مولی محلول (۳)} = \frac{۵ \times ۰/۲۵}{۵۰ \times ۱۰^{-۳}} = ۲/۵ mol.L^{-1} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\text{غلظت مولی محلول (۴)}}{\text{غلظت مولی محلول (۳)}} = \frac{۳}{۲/۵} = ۱/۲$$

عبارت دوم: با اضافه کردن محلول‌های (۱) و (۳) به یکدیگر، حجم دو برابر شده (از ۵۰mL به ۱۰۰mL) و چون حل‌شونده‌ها متفاوت هستند، غلظت هر دو نصف می‌شود. عبارت سوم: اگر جرم مولی حل‌شوندهٔ موجود در محلول‌های (۱) و (۲) را به ترتیب M_1 و M_2 در نظر بگیریم، برای دو محلول خواهیم داشت:

جرم محلول (۱) = جرم حل‌شونده + جرم حلال $= 9 \times 0/025 \times M_1$

جرم محلول (۲) = جرم حل‌شونده + جرم حلال $= 12 \times 0/025 \times M_2$

از آن‌جا که حجم حلال در هر دو محلول یکسان است، پس جرم حلال هم برابر می‌باشد؛ بنابراین جرم حل‌شوندهٔ موجود در محلول‌ها نیز یکسان است.

$$\text{جرم حل‌شوندهٔ محلول (۱)} = \text{جرم حل‌شوندهٔ محلول (۲)} \Rightarrow 9 \times 0/025 \times M_1 = 12 \times 0/025 \times M_2 \Rightarrow \frac{M_2}{M_1} = 0/75$$

عبارت چهارم: جرم مولی حل‌شونده موجود در محلول‌های (۲) و (۵) را به ترتیب M_2 و M_5 در نظر می‌گیریم و غلظت ppm هر محلول را به‌دست می‌آوریم:(چگالی محلول‌ها را $1 g.mL^{-1}$ در نظر بگیرید.)

$$\text{غلظت ppm محلول (۲)} = \frac{12 \times 0/025 \times M_2}{50} \times 10^6 = 6 \times 10^3 M_2$$

$$\text{غلظت ppm محلول (۵)} = \frac{8 \times 0/025 \times M_5}{25} \times 10^6 = 8 \times 10^3 M_5$$

اگر جرم مولی حل‌شوندهٔ محلول (۵)، ۰/۷۵ برابر جرم مولی حل‌شوندهٔ محلول (۲) باشد، غلظت ppm هر دو محلول برابر خواهد بود.

$$\text{غلظت ppm محلول (۵)} = 8 \times 10^3 M_5 \xrightarrow{M_5 = 0/75 M_2} 8 \times 10^3 \times 0/75 M_2 = 6 \times 10^3 M_2$$

غلظت ppm محلول (۵) با غلظت ppm محلول (۲) برابر شد.

۳۱ **۳** در دمای اتاق، $Al(NO_3)_3$ محلول در آب و $BaSO_4$ یک ترکیب نامحلول در آب است؛ بنابراین انحلال‌پذیری $Al(NO_3)_3$ در آب بیشتر از $BaSO_4$ است. از آن‌جا که $Al(NO_3)_3$ ترکیبی یونی است، پس انحلال‌پذیری آن نیز در آب به‌صورت یونی است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود و تهیهٔ محلول سیرشده از آن در آب ممکن نیست.

گزینهٔ (۲): به دلیل متفاوت بودن نوع عنصرهای سازنده و نوع نیروهای بین مولکولی در H_2O و H_2S، این دو مولکول ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند.

گزینهٔ (۴): دلیل بالاتر بودن نقطهٔ جوش NH_3 در مقایسه با AsH_3، وجود پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های NH_3 است. ضمناً قطبیت مولکول‌های NH_3 نیز از AsH_3 بیشتر است.

نکته

با توجه به مطالب زیر، تا حدود زیادی می‌توانید به محلول بودن ترکیب‌های یونی پی ببرید.

همهٔ ترکیباتی که در ساختار خود یون آمونیوم (NH_4^+) دارند، در آب محلول هستند. مانند آمونیوم سولفات.

همهٔ ترکیباتی که در ساختار خود یون نیترات (NO_3^-) دارند، در آب محلول هستند. مانند نقره نیترات.

همهٔ ترکیب‌های یونی که دارای یون‌هایی از گروه اول جدول دوره‌ای (Li^+، Na^+، K^+ و ...) هستند، در آب محلول هستند. مانند سدیم کلرید.

۳۲ **۲** عبارت‌های اول و سوم درست هستند. با توجه به اینکه انحلال‌پذیری سدیم کلرید در این شرایط برابر ۳۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس در یک کیلوگرم آب که ۱۰۰۰ گرم جرم دارد، ۳۶۰ گرم سدیم کلرید حل می‌شود؛ بنابراین اگر ۴۱۶ گرم سدیم کلرید را در یک کیلوگرم آب بریزیم، مقداری از این نمک رسوب می‌کند. پس برای دست‌یابی به یک مخلوط همگن، یا باید مقداری آب به محلول اضافه کنیم و یا مقداری از نمک را خارج کنیم؛ بنابراین عبارت‌های دوم و چهارم بدون انجام محاسبات نادرست هستند.

بررسی عبارت اول: محاسبه می‌کنیم که در صورت اضافه کردن ۱۵/۵٪ مقدار حلال اولیه به محلول، در محلول حاصل در ۱۰۰ گرم حلال چند گرم سدیم کلرید وجود دارد:

$$\text{مقدار آب اضافه شده} = 1000 \times \frac{15/5}{100} = 155 g \text{ آب}$$

$$\text{جرم نمک به‌ازای ۱۰۰ گرم آب در محلول جدید} = 100 g \text{ آب} \times \frac{416 g \text{ نمک}}{(1000+155) g \text{ آب}} \simeq 36 g$$

بنابراین با این اقدام، مخلوط سیرشدهٔ همگن ایجاد می‌شود.

بررسی عبارت سوم:

$$\text{مقدار نمک خارج شده} = 416 \times \frac{13/5}{100} \simeq 56 g$$

$$\text{جرم نمک به‌ازای ۱۰۰ گرم آب در محلول جدید} = 100 g \text{ آب} \times \frac{(416-56) g \text{ نمک}}{1000 g \text{ آب}} \simeq 36 g \text{ نمک}$$

بنابراین با این اقدام، مخلوط سیرشدهٔ همگن ایجاد می‌شود.

۳۳ ۲ هر چه شیب نمودار انحلال‌پذیری برحسب دما برای یک نمک بیشتر باشد، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری آن نمک بیشتر است و برعکس. پس میزان انحلال‌پذیری نمکی که نمودار انحلال‌پذیری آن بیشترین شیب را دارد، بیشترین وابستگی را به تغییرات دما دارد و نمکی که نمودار انحلال‌پذیری آن کمترین شیب را دارد، کمترین وابستگی را به تغییرات دما دارد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\left.\begin{array}{l}\text{در دمای } ۳۰^\circ C \begin{cases}(۱)\ \text{انحلال‌پذیری نمک}=۴۲g \\ (۲)\ \text{انحلال‌پذیری نمک}=۳۵g\end{cases}\Rightarrow a=۴۲-۳۵=۷g \\ \text{در دمای } ۵۵^\circ C \begin{cases}(۱)\ \text{انحلال‌پذیری نمک}=۱۰۰g \\ (۲)\ \text{انحلال‌پذیری نمک}=۳۸g\end{cases}\Rightarrow b=۱۰۰-۳۸=۶۲g\end{array}\right\}\Rightarrow b-a=۶۲-۷=۵۵g$$

۳۴ ۳ عبارت‌های دوم، سوم و چهارم نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: با توجه به اینکه در هر دو ظرف، شمار مولکول‌های گازی یکسان است، بنابراین تعداد مول و تعداد مولکول گازها در دو ظرف یکسان می‌باشد.

$$\frac{c}{a}=\frac{(۱۰\times ۰/۰۵\times ۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳})\ molecule}{(۱۰\times ۰/۰۵)\ mol}=۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}$$

عبارت دوم: در شرایط STP، حجم یک مول از هر گاز برابر $۲۲/۴ L.mol^{-۱}$ است؛ بنابراین با توجه به تعداد ذره‌های گاز که در هر دو ظرف یکسان و برابر ۱۰ است، خواهیم داشت:

$$?\ L\ \text{گاز}=۱۰\ \text{ذره}\times\frac{۰/۰۵ mol\ gas}{۱\ \text{ذره}}\times\frac{۲۲/۴ L\ gas}{۱ mol\ gas}=۱۱/۲ L\ gas$$

عبارت سوم: گاز سبک‌تر، $N_۲$ و گاز سنگین‌تر $CO_۲$ است.

$$\frac{\text{جرم گاز سبک‌تر}}{\text{جرم گاز سنگین‌تر}}=\frac{۱۰\ \text{ذره}\times\frac{۰/۰۵ mol}{۱\ \text{ذره}}\times\frac{۲۸g\ N_۲}{۱ mol\ N_۲}}{۱۰\ \text{ذره}\times\frac{۰/۰۵ mol}{۱\ \text{ذره}}\times\frac{۴۴g\ CO_۲}{۱ mol\ CO_۲}}=\frac{۱۴}{۲۲}\simeq ۰/۶۳$$

تذکر با توجه به یکسان بودن مقدار مول گازها نیز می‌توان دریافت که نسبت جرم گاز $N_۲$ به $CO_۲$، برابر نسبت جرم مولی آن‌ها، یعنی $(\frac{۲۸}{۴۴})۰/۶۳$ است.

عبارت چهارم: در هر دو ظرف، شمار مول‌های گازی و حجم یکسان است؛ بنابراین غلظت مولی هر دو گاز برابر می‌باشد.

۳۵ ۲ **قسمت اول:**

$$?\ mol\ I_۲=۱۸۰g\ \text{محلول}\times\frac{۱/۴g\ I_۲}{۱۰۰g\ \text{محلول}}\times\frac{۱ mol\ I_۲}{۲۵۴g\ I_۲}\simeq ۱۰^{-۲} mol\ I_۲$$

قسمت دوم:

$$ppm=۱۰^۴\times\ \text{درصد جرمی}=۱۰^۴\times ۱/۴=۱۴۰۰۰\ ppm$$

تله تستی اگر ید را به جای $I_۲$ به‌صورت I در نظر بگیرید، به اشتباه گزینهٔ (۴) را انتخاب خواهید کرد.

۳۶ ۳ عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): فرمول شیمیایی اسکاندیم سولفات و آمونیوم فسفات به‌صورت $Sc_۲(SO_۴)_۳$ و $(NH_۴)_۳PO_۴$ است؛ بنابراین:

$$\left.\begin{array}{l}Sc_۲(SO_۴)_۳\Rightarrow\ \text{مجموع شمار اتم‌ها}=۱۷ \\ (NH_۴)_۳PO_۴\Rightarrow\ \text{مجموع شمار اتم‌ها}=۲۰\end{array}\right\}\Rightarrow\ \text{تفاوت}=۲۰-۱۷=۳$$

عبارت (ب): در آب دریا، درصد جرمی یون Na^+ از درصد جرمی سایر کاتیون‌ها از جمله یون K^+ بیشتر است. عبارت (پ):

$$ppm=\frac{\text{جرم NaOH}}{\text{جرم محلول}}\times ۱۰^۶\Rightarrow ۱۰۰=\frac{\text{جرم NaOH}}{۵۰۰}\times ۱۰^۶\Rightarrow \text{جرم NaOH}=۵\times ۱۰^{-۲} g$$

$$?\ mol\ NaOH=۵\times ۱۰^{-۲} g\ NaOH\times\frac{۱ mol\ NaOH}{۴۰g\ NaOH}=۱/۲۵\times ۱۰^{-۳} mol\ NaOH$$

عبارت (ت):

$$\text{غلظت مولی}=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{۰/۶ mol}{۰/۴ L}=۱/۵ mol.L^{-۱}$$

۳۷ **۲** انحلال‌پذیری یک ماده، بیشـــترین مقدار از یک ماده بر حســـب گرم اســـت که در دمای معین در ۱۰۰g آب حل می‌شـــود. طبق تعریف، ابتدا انحلال‌پذیری KNO_3 را در دماهای $a^\circ C$ و $b^\circ C$ به‌دست آوریم:

جرم محلول سیرشدهٔ حاوی ۱۰۰g آب $= 100 + S_{KNO_3}$

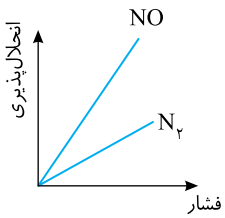
$$\text{درصد جرمی در دمای } a^\circ C = \frac{S_{KNO_3}}{100+S_{KNO_3}} \times 100 \Rightarrow 37/5 = \frac{S_{KNO_3}}{100+S_{KNO_3}} \times 100 \Rightarrow S_{KNO_3} = 60\,g\,KNO_3$$

$$\text{درصد جرمی در دمای } b^\circ C = \frac{S_{KNO_3}}{100+S_{KNO_3}} \times 100 \Rightarrow 16/7 = \frac{S_{KNO_3}}{100+S_{KNO_3}} \times 100 \Rightarrow S_{KNO_3} = 20\,g\,KNO_3$$

با توجه به نمودار در دمای $40^\circ C$ (دمای $a^\circ C$) انحلال‌پذیری KNO_3 برابر با ۶۰ گرم و در دمای $10^\circ C$ (دمای $b^\circ C$) برابر ۲۰ گرم است. تفاوت a و b برابر $30^\circ C$ $(40-10)$ می‌باشد.

۳۸ **۲** عبارت‌های اول و دوم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت اول: با کاهش دما، انحلال‌پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد.



عبارت دوم: مولکول‌های NO قطبی و مولکول‌های N_2 ناقطبی هستند؛ بنابراین انحلال‌پذیری NO در آب بیش‌تر از N_2 است. در دمای معین، هر چه یک گاز انحلال‌پذیری بیش‌تری داشته باشد، تأثیر افزایش فشار بر انحلال‌پذیری آن گاز بیش‌تر است.

عبارت سوم: CO_2 اگر چه یک گاز ناقطبی است ولی چون با مولکول‌های آب وارد واکنش می‌شود، در هر دمایی انحلال‌پذیری بیش‌تری نسبت به گاز NO دارد.

عبارت چهارم: در میان گازهای ناقطبی، هر چه جرم و حجم مولکول‌های مادهٔ گازی بیش‌تر باشـــد، انحلال‌پذیری آن ماده در آب بیش‌تر اســـت. O_2 نســـبت به N_2 جرم و انحلال‌پذیری بیش‌تری دارد؛ بنابراین اعداد ۳/۷۵ و ۲/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب را به‌ترتیب می‌توان به انحلال‌پذیری O_2 و N_2 در آب نسبت داد.