۱

محاسبات شیمیایی (استوکیومتری)

۱ فرمول تجربی

فرض: ۱۰۰gr نمونه

$$\left\{\begin{array}{lllll} Na: ۲۲/۵gr & \xrightarrow{\times \frac{۱mol}{۲۳gr}} & ۰/۹۷۸mol & \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۹۷۸}} ۱ & \xrightarrow{\times ۲} ۲ \\ B: ۲۱/۵gr & \xrightarrow{\frac{۱mol}{۱۱gr}} & ۱/۹۵۴۵mol & \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۹۷۸}} ۲ & \xrightarrow{\times ۲} ۴ \\ O: ۵۵/۷gr & \xrightarrow{\frac{۱mol}{۱۶gr}} & ۳/۴۸mol & \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۹۷۸}} ۳/۵ & \xrightarrow{\times ۲} ۷ \end{array}\right\} \rightarrow Na_۲B_۴O_۷$$

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۲ استوکیومتری در واکنش‌ها

مرحله اول: موازنه واکنش شیمیایی.

$$\boxed{۱}\ PCl_۳ + \boxed{۳}\ H_۲O \rightarrow \boxed{۱}\ H_۳PO_۳ + \boxed{۳}\ HCl$$

مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل از داده‌های مسأله برای رسیدن به مطلوب مسأله با توجه به نسبت استوکیومتری برقرار در واکنش (محدودکننده آب است).

$$۱۳/۵gr\ H_۲O \times \frac{۱mol\ H_۲O}{۱۸gr\ H_۲O} \times \frac{(۱mol\ H_۳PO_۳ + ۳mol\ HCl)}{۳mol\ H_۲O}$$

$$= ۰/۲۵(۱mol\ H_۳PO_۳ + ۳mol\ HCl)$$

توجه از آن جا که H_3PO_3 و HCl هر دو اسید هستند، بنابراین مجموع مول‌های هر دو آنها پاسخ مسأله است.

توجه H_3PO_3 اسید ضعیف دوظرفیتی و HCl اسید قوی تک‌ظرفیتی است.

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۳ استوکیومتری در واکنش با راندمان مشخص

مرحله اول: نوشتن واکنش کاهش آهن III اکسید با H_2 و موازنه آن است.

$$Fe_2O_3 + 3H_2 \rightarrow 2Fe + 3H_2O$$

مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل با در نظرگرفتن راندمان واکنش است.

$$13gr\ Fe \times \frac{1mol\ Fe}{56gr\ Fe} \times \frac{1mol\ Fe_2O_3}{2mol\ Fe} \times \frac{160gr\ Fe_2O_3}{1mol\ Fe_2O_3} \times \frac{100}{82/6} = 22/5gr\ Fe_2O_3$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

٤ درصد جرمی عنصر در ترکیبات

برای حل دقیق این مسأله باید درصد جرمی نیتروژن در ترکیبات را به‌دست آورد.

الف) C_6H_5N $\quad \%N = \frac{14}{14 + 5 \times 1 + 6 \times 12} \times 100 = 15/38\%$

ب) CH_4N_2O $\quad \%N = \frac{2 \times 14}{12 + 4 \times 1 + 2 \times 14 + 16} \times 100 = 46/66\%$

ج) K_3N $\quad \%N = \frac{14}{3 \times 39 + 14} \times 100 = 10/68\%$

د) $Cu(NO_3)_2$ $\quad \%N = \frac{2 \times 14}{63/5 + 2 \times 14 + 6 \times 16} \times 100 = 14/93\%$

توجه از آن‌جا که تعداد نیتروژن‌ها در این ترکیبات ۱ یا ۲ است، صورت کسر درصد جرمی خیلی متغیر نیست لذا ترکیبی که جرم مولی کمتر و تعداد نیتروژن بیشتری داشته باشد، می‌تواند جواب درست باشد.

ترتیب جرم مولی : $CH_4N_2O < C_6H_5N < K_3N < Cu(NO_3)_2$

در این حالت محاسبه درصد جرمی نیتروژن برای دو ترکیب CH_4N_2O و C_6H_5N کافیست.

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.

۵ استوکیومتری در واکنش اکسایش ـ کاهش

مرحله اول: نوشتن واکنش و موازنه آن

در واکنش‌های اکسایش ـ کاهشی که در حضور یک اسید قوی مانند H_2SO_4 انجام می‌پذیرد یک عنصر کاهیده و عنصر دیگر اکسیده می‌شود. واکنش‌دهنده‌های این واکنش دی‌کرومات، سولفوریک‌اسید، یون پروتون و فرآورده‌های آن کروم III، گوگرد و آب می‌باشد. یون پتاسیم و سولفات یون‌های ناظر در این واکنش هستند.

$$\square\ Cr_2O_7^{2-} + \square\ H_2S + \square\ H^+ \rightarrow \square\ Cr^{3+} + \square\ S + \square\ H_2O$$

برای موازنه واکنش از روش نیم‌واکنش‌های اکسایش ـ کاهش استفاده می‌کنیم.

نیم‌واکنش کاهش: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

نیم‌واکنش اکسایش: $3H_2S \rightarrow 3S + 6H^+ + 6e^-$

توجه به کتاب شیمی پیش‌دانشگاهی فصل چهارم مراجعه کنید.

$$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2S + 8H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3S + 7H_2O$$

مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل

$$0/01\text{mol } K_2Cr_2O_7 \times \frac{3\text{mol S}}{1\text{mol } K_2Cr_2O_7} \times \frac{32\text{gr S}}{1\text{mol S}} = 0/96\text{gr S}$$

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۶ استوکیومتری در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

مرحله اول: نوشتن واکنش و موازنه آن

نیم‌واکنش کاهش: $2BrO_3^- + 12H^+ + 10e^- \rightarrow 1Br_2 + 6H_2O$

نیم‌واکنش اکسایش: $10Br^- \rightarrow 5Br_2 + 10e^-$

$$1BrO_{3(aq)}^- + 5Br_{(aq)}^- + 6H_{(aq)}^+ \rightarrow 3Br_{2(l)} + 3H_2O_{(l)}$$

مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل

$$0/045\text{mol } Br_2 \times \frac{5\text{mol } Br^-}{3\text{mol } Br_2} = 0/075\text{mol } Br^-$$

گزینهٔ «د» صحیح است.

۷ فرمول تجربی

مرحله اول به‌دست آوردن ظرفیت فلز است.

$$۲/۴\text{gr Br} \times \frac{۱\text{mol Br}}{۷۹/۹\text{gr Br}} = ۰/۰۳\text{mol Br}$$

$$۱\text{mol M} \times \frac{۰/۰۳\text{mol Br}^-}{۰/۰۱\text{mol M}} = ۳\text{mol Br}^-$$

$$\xrightarrow{\text{فرمول تجربی برمید فلز}} \text{MBr}_۳ \rightarrow \text{M}^{۳+} + ۳\text{Br}^-$$

بنابراین فرمول تجربی سولفات آن $M_۲(SO_۴)_۳$ می‌باشد.

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۸ فرمول تجربی ترکیب M_xO_y

$$۴/۱۳\text{gr } M_xO_y - ۳/۵۹۷\text{gr M} = ۰/۵۳۳\text{gr O}$$

فرض اول: با توجه به گزینه‌ها فرمول تجربی MO را در نظر می‌گیریم و مسأله را حل می‌کنیم.

$$\begin{cases} \text{M} : ۳/۵۹۷\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱}{\text{M}}} ۰/۰۳۳۳\text{mol} \rightarrow ۳/۵۹\text{gr} \times \frac{۱\text{mol M}}{\text{Mgr}} = ۰/۰۳۳۳\text{molM} \\ \text{O} : ۰/۰۵۳۳\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۱۶}} ۰/۰۳۳۳\text{mol} \rightarrow \text{M} = ۱۰۷/۹۷۷\text{gr /mol} \end{cases}$$

بدین‌ترتیب عنصر M همان Ag خواهد بود. (AgO)

چون M با این فرض در گزینه‌ها وجود دارد، دیگر فرض دوم $M_۲O$ را بررسی نمی‌کنیم.

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۹ واکنشگر محدودکننده ـ اضافی

مرحله اول تعیین واکنشگر محدودکننده: چون جرم تمام عناصر اولیه یکسان است، عنصری که حاصل‌ضرب تعداد آن در جرم مولی بیشتر باشد، محدودکننده است.

$$\text{Cu} : ۶۳/۵ \quad \text{O} : ۶ \times ۱۶ \quad \text{N} : ۲ \times ۱۴$$

بنابراین O محدودکننده است.

مرحله دوم: تشکیل ضرایب تبدیل

$$۱۰۰\text{gr O} \times \frac{۱\text{mol O}}{۱۶\text{gr O}} \times \frac{۱\text{mol Cu(NO}_۳)_۲}{۶\text{mol O}} \times \frac{۱۸۷/۵\text{gr Cu(NO}_۳)_۲}{۱\text{mol Cu(NO}_۳)_۲}$$

$$= ۱۹۵/۳۱۲۵\text{gr Cu(NO}_۳)_۲$$

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۱۰ محاسبه بازده

با استفاده از ضرایب تبدیل مقدار نظری را به‌دست می‌آوریم.

$$۱\text{ton سنگ معدن} \times \frac{۶۰\text{gr } Fe_۳O_۴}{۱۰۰\text{g سنگ معدن}} \times \frac{۱\text{mol } Fe_۳O_۴}{۲۳۲\text{gr } Fe_۳O_۴} \times \frac{۳ \times ۵۶\text{gr Fe}}{۱\text{mol } Fe_۳O_۴}$$
$$= ۰/۴۳۴۴۸۲\text{ton Fe}$$
$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۰۰}{۴۳۴/۴۸۲} \times ۱۰۰ = ۴۶/۰۳٪$$

گزینهٔ «د» صحیح است.

۱۱ استوکیومتری در واکنش‌های متوالی

مرحله اول: از آنجا که $CO_۲$ در هر دو واکنش مصرف می‌شود، و در هر دو واکنش به نسبت استوکیومتری ۱ : ۱ است، نصف $CO_۲$ در واکنش اول، نصف دوم در واکنش دوم مصرف می‌شود.

مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل

$$۰/۲۵\text{mol}CO_۲ \times \frac{۱\text{mol } CaCO_۳}{۱\text{mol } CO_۲} \times \frac{۱\text{mol } Ca(HCO_۳)_۲}{۱\text{mol } CaCO_۳} = ۰/۲۵\text{mol } Ca(HCO_۳)_۲$$

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۱۲ فرمول تجربی

در ترکیب آهن با سولفات، فرمول تجربی $Fe_x(SO_۴)_y$ در نظر می‌گیریم. برای به‌دست آوردن ظرفیت فلز باید دو مجهول x, y را به‌دست آوریم، بنابراین باید دو معادله برای به‌دست آوردن دو مجهول داشته باشیم. طبق داده‌های مسأله معادله زیر برقرار است.

$$٪S = \frac{۳۲y}{۵۶x + ۹۶y} \times ۱۰۰ = ۱۲۱$$

از این معادله نسبت x به y را می‌یابیم.

$$۱۱/۸۴y = ۱۱/۷۶x \rightarrow x \cong y \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{۱}{۱}$$ (مقدار دقیق x, y به‌دست نمی‌آید)

توجه با توجه به بار آنیون سولفات می‌دانیم که $x = ۲$ خواهد بود. اما از آن جا که در فرمول تجربی ساده‌ترین نسبت برقرار است، بنابراین ترکیب $FeSO_۴$ خواهد بود.

گزینهٔ «الف» صحیح است.

۱۳ واکنش تجزیه

در اثر تجزیه کربنات یک فلز، اکسید آن فلز و کربن‌دی‌اکسید آزاد می‌شود.

بنابراین درصد کاهش جرم در اثر فرآیند تجزیه $M_2(CO_3)_{x(s)} \rightarrow M_2O_{x(s)} + xCO_{2(g)}$

درصد جرم CO_2 در ترکیب اولیه می‌باشد.

$$\%CO_2 = \frac{44x}{60x + 2M}\% = 35/1\% \qquad 22/94x = 0/702M$$

با توجه به گزینه‌ها $\frac{M}{x} = 32/67$

اگر $x = 1 \leftarrow M = 32/67$، هیچ فلزی با این جرم مولی نه در گزینه‌ها و نه در واقعیت وجود دارد.

اگر $x = 2 \leftarrow M = 65/356$ است. پس فلز $M = Zn$ می‌باشد.

روش آسان: با سرعت بالا برای هر گزینه درصد جرمی CO_2 را حساب می‌کنیم.

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۱۴ ضریب تبدیل

$$5gr\ Ne \times \frac{1mol\ Ne}{20gr\ Ne} \times \frac{1mol\ \text{ذره}}{1mol\ Ne} \times \frac{1mol\ SrCl_2}{3mol\ \text{ذره}} \times \frac{158/6gr\ SrCl_2}{1mol\ SrCl_2}$$
$$= 13/22gr\ SrCl_2$$

گزینهٔ «**ج**» صحیح است.

۱۵ درصد جرمی

الف) $Pb(CO_3)_2 \leftarrow \%C = \frac{2 \times 12}{2 \times 60 + 207/2}\% = 7/33\%$

ب) $NaHCO_3 \leftarrow \%C = \frac{12}{23 + 61}\% = 14/28\%$

ج) $MgC_2O_4 \leftarrow \%C = \frac{2 \times 12}{24 + 88}\% = 21/43\%$

د) $Li_2CO_3 \leftarrow \%C = \frac{12}{7 \times 2 + 60}\% = 16/22\%$

گزینهٔ «**ج**» صحیح است.

۱۶ فرمول مولکولی

$$6/02 \times 10^{21} N_xO_y \times \frac{1mol\ N_xO_y}{6/02 \times 10^{23} N_xO_y} \times \frac{xmol\ N}{1mol\ N_xO_y} \times \frac{14gr\ N}{1mol\ N}$$

$$= ۰/۱۴\text{gr N}$$

$$\rightarrow x = ۱ \qquad \rightarrow N_xO_y = \begin{cases} NO \\ NO_۲ \end{cases}$$

بین این دو اکسید تنها $NO_۲$ ایندرید اسید است و در اثر واکنش با آب اسید تولید می‌کند.

$$۳NO_۲ + H_۲O \rightarrow ۲HNO_۳ + NO$$

گزینهٔ «د» صحیح است.

۱۷ استوکیومتری در واکنش

$$۵MgO + ۲PCl_۵ \rightarrow ۵MgCl_۲ + P_۲O_۵ \quad (\text{واکنشگر اضافی}) \ MgO$$

$$۲۸۴\text{gr } P_۲O_۵ \times \frac{۱\text{mol } P_۲O_۵}{۱۴۲\text{gr } P_۲O_۵} \times \frac{۲\text{mol } PCl_۵}{۱\text{mol } P_۲O_۵} \times \frac{۲۰۸/۵\text{gr } PCl_۵}{۱\text{mol } PCl_۵}$$

$$= ۸۳۴\text{gr } PCl_۵$$

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۱۸ فرمول تجربی

فلز قلیایی خاکی M : کاتیون $M^{۲+}$: اکسید فلز MO: پراکسید فلز $MO_۲$.

$$\frac{MO}{MO_۲} = \frac{۷}{۹} \rightarrow \frac{M + ۱۶}{M + ۳۲} = \frac{۷}{۹} \rightarrow M = ۴۰ \quad , \quad M \equiv Ca$$

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۱۹ استوکیومتری در واکنش

واکنش برشته شدن سولفید فلز:

$$M_۲S_{(s)} + O_{۲(s)} \rightarrow ۲M + SO_{۲(g)}$$

$$\frac{۱}{۲۰۰}\text{mol } SO_۲ \times \frac{۱\text{mol S}}{۱\text{mol } SO_۲} \times \frac{۱\text{mol } M_۲S}{۱\text{mol S}} \times \frac{(۲M + ۳۲)\text{gr } M_۲S}{۱\text{mol } M_۲S}$$

$$= ۰/۸\text{gr } M_۲S$$

$$M = ۶۴\text{gr /mol}$$

گزینهٔ «الف» صحیح است.

۲۰ استوکیومتری در واکنش

$$3H_{2(g)} + N_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightarrow CH_4N_2O + H_2O_{(l)}$$

(H_2 واکنشگر محدودکننده است.)

$$0/1 mol\ H_2 \times \frac{1 mol\ CH_4N_2O}{3 mol\ H_2} \times \frac{60 gr\ CH_4N_2O}{1 mol\ CH_4N_2O} = 2 gr\ CH_4N_2O$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۲۱ درصد جرمی در ترکیب

کلرید اول:

نسبت X : Cl برابر است با ۱ : ۲ ← فرمول تجربی XCl_2

$$\% X = \frac{X}{X + 35/5 \times 2}\% = 44\% \rightarrow X = 55/78$$

(با توجه به جرم اتمی مذکور فلز X همان Fe است)

کلرید دوم:

نسبت X : Cl برابر است با ۱ : ۳ ← فرمول تجربی XCl_3

$$\% X = \frac{55/78}{55/78 + 3 \times 35/5} \times 100 = 34/4\%$$

گزینهٔ «**ج**» صحیح است.

۲۲ استوکیومتری در واکنش

$$KOH_{(aq)} + HN_{3(aq)} \rightarrow KN_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$ (واکنش خنثی شدن اسید و باز)

(HN_3 واکنشگر محدودکننده است.)

$$14/7 gr\ KN_3\ \text{عملی} \times \frac{100 gr\ KN_3\ \text{نظری}}{91/5 gr\ KN_3\ \text{عملی}} \times \frac{1 mol\ KN_3}{81/1 gr\ KN_3} \times \frac{1 mol\ HN_3}{1 mol\ KN_3}$$

$$\times \frac{43 gr\ HN_3}{1 mol\ HN_3} \times \frac{100 gr\ HN_3\ \text{محلول}}{3 gr\ HN_3} = 283/937 gr\ HN_3\ \text{محلول}$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۲۳ تبدیل جرم به مول

$$6/66 gr\ Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O \times \frac{1 mol\ Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O}{666 gr\ Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O}$$

$$\times \frac{۲\text{mol } Al^{۳+}}{۱\text{mol } Al_۲(SO_۴)_۳ \cdot ۱۸H_۲O} = ۰/۰۲\text{mol } Al^{۳+}$$

$$۷/۲۴۵\text{gr } AlCl_۳ \cdot ۶H_۲O \times \frac{۱\text{mol } AlCl_۳ \cdot ۶H_۲O}{۲۴۱/۵\text{gr } AlCl_۳ \cdot ۶H_۲O} \times \frac{۱\text{mol } Al^{۳+}}{۱\text{mol } AlCl_۳ \cdot ۶H_۲O}$$

$$= ۰/۰۳\text{mol } Al^{۳+}$$

$$\text{mol } Al^{۳+} = ۰/۰۲ + ۰/۰۳ = ۰/۰۵$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۲۴ محاسبه بازده واکنش

$$۲Al + Cr_۲O_۳ \rightarrow Al_۲O_۳ + ۲Cr$$

مرحله اول: تعیین واکنشگر محدودکننده

فرض Al محدودکننده است.

$$۵\text{kg Al} \times \frac{۱\text{mol Al}}{۲۷\text{gr Al}} \times \frac{۱\text{mol } Cr_۲O_۳}{۲\text{mol Al}} \times \frac{۱۵۲\text{gr } Cr_۲O_۳}{۱\text{mol } Cr_۲O_۳}$$

$$= \underbrace{۱۴/۰۷\text{kg } Cr_۲O_۳}_{\text{موردنیاز است}} < \underbrace{۲۰\text{kg } Cr_۲O_۳}_{\text{موجود است}}$$

بنابراین فرض درست است.

$$۵\text{kg Al} \times \frac{۱\text{mol Al}}{۲۷\text{gr Al}} \times \frac{۲\text{mol Cr}}{۲\text{mol Al}} \times \frac{۵۲\text{gr Cr}}{۱\text{mol Cr}}$$

$$= ۹/۶۳\text{kg Cr} \leftarrow \text{مقدار نظری}$$

$$\text{مقدار عملی} \leftarrow ۸\text{kg (طبق داده مسأله)}$$

$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ = \frac{۸}{۹/۶۳} \times ۱۰۰ = ۸۳/۸٪$$

گزینهٔ «د» صحیح است.

۲۵ فرمول تجربی

$$\begin{cases} U : ۲/۵\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۲۳۸\text{gr}}} ۰/۰۱۰۵\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۰۱۰۵}} ۱ \xrightarrow{\times ۳} ۳ \\ O : (۲/۹۴۹ - ۲/۵)\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۱۶\text{gr}}} ۰/۰۲۸۰\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۰۱۰۵}} ۲/۶۷ \xrightarrow{\times ۳} ۸ \end{cases}$$

فرمول تجربی: $U_۳O_۸$

گزینهٔ «د» صحیح است.

۲۶ استوکیومتری در واکنش‌های متوالی

ـ واکنش تجزیه آمونیوم دی‌کرومات

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\Delta} Cr_2O_3 + N_2 + 4H_2O$$

ـ واکنش تولید آمونیاک

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

ـ ضرایب تبدیل

$$3/4gr\ NH_3 \times \frac{1mol\ NH_3}{17gr\ NH_3} \times \frac{1mol\ N_2}{2mol\ NH_3} \times \frac{1mol\ (NH_4)_2Cr_2O_7}{1mol\ N_2} \times \frac{252gr\ (NH_4)_2Cr_2O_7}{1mol\ (NH_4)_2Cr_2O_7} = 25/2gr\ (NH_4)_2Cr_2O_7$$

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۲۷ فرمول تجربی

$$\left.\begin{array}{l} H: 0/2gr \xrightarrow{\times \frac{1mol}{1gr}} 0/2mol \xrightarrow{\times \frac{1}{0/2}} 1 \\ I: 25/4gr \xrightarrow{\times \frac{1mol}{127gr}} 0/2mol \xrightarrow{\times \frac{1}{0/2}} 1 \\ O: 12/8gr \xrightarrow{\times \frac{1mol}{16gr}} 0/8mol \xrightarrow{\times \frac{1}{0/2}} 4 \end{array}\right\} HIO_4$$

توجه در مورد یون‌ها، ظرفیت همان بار یون است، اما در مورد اتم‌های درگیر در پیوند کووالانسی ظرفیت اتم همان عدد اکسایش اتم می‌باشد.

عدد اکسایش ید در این ترکیب $+7$ است.

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۲۸ درصد خلوص

$$\%Cu_2O = \frac{66/6gr\ Cu}{100gr\ Cu_2O_{\text{ناخالص}}} \times \frac{1mol\ Cu}{63/5gr\ Cu} \times \frac{1mol\ Cu_2O}{2mol\ Cu} \times \frac{143gr\ Cu_2O}{1mol\ Cu_2O} \times 100 = 75\%Cu_2O$$

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۲۹ تبدیل جرم به مول

ماده سازنده ترانزیستور $= A$ ← جرم مولی ماده A به دلیل درصد جرمی ناچیز B در ترکیب برابر با

جرم مولی Si است

$$۱\text{kg A} \times \frac{۱۰^{۳}\text{gr A}}{۱\text{kg A}} \times \frac{۱\text{mol A}}{۲۸\text{gr A}} \times \frac{۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}\text{اتم Si}}{۱\text{mol A}} \times \frac{۱\text{ اتم B}}{۱۰^{۱۰}\text{اتم Si}}$$

$$= ۲/۱۵ \times ۱۰^{۱۵}\ \text{اتم B}$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۳۰ فرمول تجربی

$$۳/۰۰۲\text{gr } CO_۲ \times \frac{۱\text{mol } CO_۲}{۴۴\text{gr } CO_۲} \times \frac{۱\text{mol C}}{۱\text{mol } CO_۲} \times \frac{۱۲\text{gr C}}{۱\text{mol C}} = ۰/۸۱۸۷\text{gr C}$$

$$۱/۶۴\text{gr } H_۲O \times \frac{۱\text{mol } H_۲O}{۱۸\text{gr } H_۲O} \times \frac{۲\text{mol H}}{۱\text{mol } H_۲O} \times \frac{۱\text{gr H}}{۱\text{mol H}} = ۰/۱۸۲۲\text{gr H}$$

$$۱/۳۶۷\text{gr ترکیب} - ۰/۸۱۸۷\text{gr C} - ۰/۱۸۲۲\text{gr H} = ۰/۳۶۶\text{gr O}$$

$$\left\{\begin{array}{l} \text{C} : ۰/۸۱۸۷\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۱۲\text{gr}}} ۰/۰۶۸۲\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۰۲۲۸۷}} ۲/۹۸ \cong ۳ \\ \text{H} : ۰/۱۸۲۲\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۱\text{gr}}} ۰/۱۸۲۲\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۰۲۲۸۷}} ۷/۹۶۶ \cong ۸ \\ \text{O} : ۰/۳۶۶\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۱۶\text{gr}}} ۰/۰۲۲۸۷\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۰۲۲۸۷}} ۱ \end{array}\right\} C_۳H_۸O$$

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.

۳۱ درصد جرمی

توجه کاهش جرم نمک اولیه ناشی از جدا شدن آب تبلور، از بلور ترکیب است.

$$٪۴۵/۳ = ٪H_۲O = \frac{۱۸x}{۱۸x + ۱۵۲}٪ \rightarrow x = ۷$$

گزینهٔ «**ج**» صحیح است.

۳۲ فرمول تجربی

فرض: ۱۰۰gr نمونه

$$\left\{\begin{array}{l} \text{Ce} : ۳۷/۷ \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۱۴۰/۱\text{gr}}} ۰/۲۶۹\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۲۶۹}} ۱ \\ \text{Cl} : ۲۸/۴۱ \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۳۵\text{gr}}} ۰/۸۰۰۳\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۲۶۹}} ۲/۹۷ \cong ۳ \\ H_۲O : ۳۳/۸۹ \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۱۸\text{gr}}} ۱/۸۸۲۸\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۰/۲۶۹}} ۶/۹۹ \cong ۷ \end{array}\right\} \rightarrow CeCl_۳ \cdot ۷H_۲O$$

گزینهٔ «**د**» صحیح است.

۳۳ جرم اتمی میانگین $\sum_{i=1}^{n} M_i X_i = \overline{M}$

M: جرم ایزوتوپ iام X: کسر فراوانی ایزوتوپ iام

$$Sr = \frac{1}{100}(82/53 \times 88 + 7/035 \times 87 + 9/87 \times 86 + 0/56 \times 84) = 87/70$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۳۴ درصد جرمی

فرض: ۱۰۰gr نمونه خشک شده داریم:

$$\text{خاک رس اولیه} \begin{cases} \%12 & H_2O \\ \%x & SiO_2 \\ \%y & \text{ناخالصی} \end{cases} \xrightarrow{\Delta} \begin{cases} \%7 & H_2O \\ \%50 & SiO_2 \\ \%(100-57) & \text{ناخالصی} \end{cases}$$

آبی را که در اثر حرارت تبخیر شده است را $M(gr)$ در نظر می‌گیریم. از درصد جرمی آب در نمونه اولیه M را به‌دست آورده و از آنجا درصد جرمی SiO_2 را به‌دست می‌آوریم.

$$\%H_2O \text{ در نمونه اولیه} = \%12 = \frac{7+M}{100+M} \rightarrow M = 5/682gr\ H_2O$$

در ۱۰۰gr نمونه خشک شده $7gr\ H_2O$، $50gr\ SiO_2$ و 43gr ناخالصی وجود دارد.

از آنجا که جرم SiO_2 تغییر نمی‌کند، درصد SiO_2 را در نمونه اولیه داریم:

$$\%SiO_2 = \frac{50gr\ SiO_2}{\underbrace{100gr}_{\text{نمونه خشک شده}} + \underbrace{5/682gr\ H_2O}_{\text{آب تبخیر شده}}} \times 100 = 47/31\%SiO_2$$

گزینهٔ «**ج**» صحیح است.

۳۵ درصد جرمی و استوکیومتری در واکنش

$$0/522gr\ CO_2 \times \frac{1mol\ CO_2}{44gr\ CO_2} \times \frac{1mol\ C}{1mol\ CO_2} \times \frac{1mol\ CO_3^{2-}}{1mol\ C} \times \frac{1mol\ MCO_3}{1mol\ CO_3^{2-}} \times \frac{(60+M)gr\ MCO_3}{1mol\ MCO_3} = 1gr\ MCO_3$$

$$\rightarrow M = 24/3gr/mol \rightarrow M \equiv Mg \text{ (منیزیم)}$$

$$\%M = \frac{M}{M+60} \times 100 = \frac{24/3}{24/3+60} \times 100 = 28/82\%$$

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.

۳۶ استوکیومتری در مخلوط‌ها

بوتان C_4H_{10} و بوتن C_4H_8

واکنش سوختن

$$2C_4H_{10(g)} + 13O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 10H_2O_{(l)}$$

$$C_4H_{8(g)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$$

فرض: $x\text{mol } C_4H_{10} + y\text{mol } C_4H_8$

$$8/8\text{gr } CO_2 \times \frac{1\text{mol } CO_2}{44\text{gr } CO_2} = 0/2\text{mol } CO_2$$

$$4/14\text{gr } H_2O \times \frac{1\text{mol } H_2O}{18\text{gr } H_2O} = 0/23\text{mol } H_2O$$

$$\begin{cases} 0/23\text{mol } H_2O = (5x + 4y)\text{mol } H_2O \\ 0/2\text{mol } CO_2 = (4x + 4y)\text{mol } CO_2 \end{cases} \rightarrow \begin{matrix} x = 0/03\text{mol } C_4H_{10} \\ y = 0/02\text{mol } C_4H_8 \end{matrix}$$

$$\%C_4H_{10} = 0/03\text{mol } C_4H_{10} \times \frac{58\text{gr } C_4H_{10}}{1\text{mol } C_4H_{10}} \times \frac{100}{2/86\text{gr مخلوط}} = 60/84\%$$

توجه در این مسأله مقدار بوتان و بوتن مجهول بود و طبق تعریف مجهولات، مقدار مول آنها را x, y در نظر گرفتیم. برای به‌دست آوردن این دو مجهول به دو معادله نیازمندیم، یکی مقدار مول CO_2 تولید شده و دیگری مقدار مول H_2O تولید شده. گاهاً دانش‌آموزان به‌طور اشتباه یکی از معادلات را مجموع جرم بوتان و بوتن می‌دانند که همان جرم مخلوط است $(58x + 56y = 2/86)$. اما از آن جا که در مسأله ذکر نشده که تنها این مخلوط از بوتان و بوتن تشکیل شده، معادله بالا حتماً برقرار نخواهد بود.

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۳۷ درصد جرمی

$$\text{نمونه اولیه } 1/0987\text{gr} = \frac{100\text{gr نمونه خشک نشده}}{(100 - 5/35)\text{gr نمونه بی‌آب}} \times 1/04\text{gr نمونه خشک شده}$$

$$0/584\text{gr } SiO_2 \times \frac{28\text{gr Si}}{60\text{gr } SiO_2} \times \frac{100}{1/0987\text{gr نمونه اولیه}} = 24/8\%$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۳۸ درصد جرمی

$$\text{کارنوتیت} = [K_2(UO_3)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O]$$

$$\text{کارنوتیت } ٪۶۲٫۵ = \frac{\text{نمونه } ۰٫۴۳۴\text{gr}}{۱۰۰} \times \frac{\text{کارنوتیت } ۱\text{mol}}{\text{کارنوتیت } ۹۳۴\text{gr}} \times \frac{۲\text{mol U}}{۱\text{mol U}_۳\text{O}_۸} \times \frac{۱\text{mol U}_۳\text{O}_۸}{۸۴۲\text{gr U}_۳\text{O}_۸} \times ۰٫۱۶۳\text{gr U}_۳\text{O}_۸$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۳۹ استوکیومتری در واکنش‌های متوالی

$$۲\text{Al}_{(s)} + ۶\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow ۲\text{AlCl}_{۳(aq)} + ۳\text{H}_{۲(g)}$$

$$\text{CuO}_{(s)} + \text{H}_{۲(g)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + \text{H}_۲\text{O}_{(g)}$$

$$۴۱٫۶\text{gr Al} \times \frac{۱\text{mol Al}}{۲۷\text{gr Al}} \times \frac{۳\text{mol H}_۲}{۲\text{mol Al}} \times \frac{۱\text{mol CuO}}{۱\text{mol H}_۲} \times \frac{۱\text{mol Cu}}{۱\text{mol CuO}} \times \frac{۶۳٫۵\text{gr Cu}}{۱\text{mol Cu}} = ۱۴۶٫۷۵\text{gr Cu}$$

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.

۴۰ فرمول تجربی

$$\text{نمک بی‌آب } ۱٫۶\text{gr} \times \frac{۱\text{mol نمک بی‌آب}}{۱۶۰\text{gr نمک بی‌آب}} = ۰٫۱\text{mol نمک بی‌آب}$$

$$(۲٫۵ - ۱٫۶)\text{gr H}_۲\text{O} \times \frac{۱\text{mol H}_۲\text{O}}{۱۸\text{gr H}_۲\text{O}} = ۰٫۰۵\text{mol H}_۲\text{O}$$

$$۱\text{mol نمک بی‌آب} \times \frac{۰٫۰۵\text{mol H}_۲\text{O}}{۰٫۰۱\text{mol نمک بی‌آب}} = ۵\text{mol H}_۲\text{O}$$

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.

۴۱ فرمول تجربی

$$\text{نمونه } ۱۰۰\text{gr} \begin{cases} \text{Na} : ۵۹\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۲۳\text{gr}}} ۲٫۵۶\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۲٫۵۶\text{mol}}} ۱ \\ \text{O} : ۴۱\text{gr} \xrightarrow{\times \frac{۱\text{mol}}{۱۶\text{gr}}} ۲٫۵۶\text{mol} \xrightarrow{\times \frac{۱}{۲٫۵۶\text{mol}}} ۱ \end{cases}$$

در این ترکیب نسبت Na به O برابر با ۱ است و از آن جا که ظرفیت سدیم یک بار مثبت است، در این ترکیب اکسیژن نمی‌تواند به‌صورت اکسید باشد، اما پراکسید سدیم قابل‌قبول است.

$$\text{M}_{(\text{Na}_۲\text{O}_۲)} = ۷۸\text{gr /mol} \leftarrow \text{Na}_۲\text{O}_۲$$

گزینهٔ «**د**» صحیح است.

۴۲ نسبت جرمی

$$\underbrace{\boxed{x\,\text{mol}\,Al_2(CO_3)_3}}_{(I)} \quad \underbrace{\boxed{y\,\text{mol}\,Cu_2HPO_4}}_{(II)}$$

$$\begin{aligned} &x\,\text{mol}\,Al_2(CO_3)_2 \times \frac{9\,\text{mol O}}{1\,\text{mol}\,Al_2(CO_3)_3} = 9x\,\text{mol O} \\ &y\,\text{mol}\,Cu_2HPO_4 \times \frac{4\,\text{mol O}}{1\,\text{mol}\,Cu_2HPO_4} = 4y\,\text{mol O} \end{aligned} \rightarrow \frac{9x}{4y} = 2 \rightarrow x = \frac{8}{9}y$$

$$\text{نسبت جرم ظرف I به ظرف II} = \frac{234x}{223y} = \frac{234 \times \frac{8}{9}y}{223y} = 0/93$$

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۴۳ فرمول مولکولی

$$\frac{\frac{1/49\,\text{gr A}}{M_A}}{\frac{6/43\,\text{gr B}}{M_B}} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{M_B}{M_A} = 2/158$$

در بین گزینه‌ها تنها در NiI_2 این نسبت جرمی برقرار است.

گزینهٔ «د» صحیح است.

۴۴ استوکیومتری در واکنش

$$180\,\text{gr}\,Si_3N_4 \times \frac{1\,\text{mol}\,Si_3N_4}{140\,\text{gr}\,Si_3N_4} \times \frac{3\,\text{mol Si}}{1\,\text{mol}\,Si_3N_4} \times \frac{28\,\text{gr Si}}{1\,\text{mol Si}} \times \frac{100}{95}$$
$$= 113/68\,\text{gr Si}$$

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۴۵ فرمول تجربی

$$17/38\,\text{gr}\,CO_2 \times \frac{1\,\text{mol}\,CO_2}{44\,\text{gr}\,CO_2} \times \frac{1\,\text{mol C}}{1\,\text{mol}\,CO_2} \times \frac{12\,\text{gr C}}{1\,\text{mol C}} = 4/74\,\text{gr C}$$

$$7/11\,\text{gr}\,H_2O \times \frac{1\,\text{mol}\,H_2O}{18\,\text{gr}\,H_2O} \times \frac{2\,\text{mol H}}{1\,\text{mol}\,H_2O} \times \frac{1\,\text{gr H}}{1\,\text{mol}} = 0/79\,\text{gr H}$$

$$15\,\text{gr ترکیب} - 4/74\,\text{gr C} - 0/79\,\text{gr H} = 9/47\,\text{gr O}$$

$$\text{۱۵gr نمونه}\left\{\begin{array}{l}\text{C}: ۴/۷۴\text{gr C} \xrightarrow{\frac{۱\text{mol}}{۱۲\text{gr}}} ۰/۳۹۵\text{mol C} \xrightarrow{\times\frac{۱}{۰/۳۹۵}} ۱ \xrightarrow{\times ۲} ۲\\ \text{H}: ۰/۷۹\text{gr H} \xrightarrow{\frac{۱\text{mol}}{۱\text{gr}}} ۰/۷۹۰\text{mol H} \xrightarrow{\times\frac{۱}{۰/۳۹۵}} ۲ \xrightarrow{\times ۲} ۴\\ \text{O}: ۹/۴۷\text{gr O} \xrightarrow{\frac{۱\text{mol}}{۱۶\text{gr}}} ۰/۵۹۲\text{mol O} \xrightarrow{\times\frac{۱}{۰/۳۹۵}} ۱/۵ \xrightarrow{\times ۲} ۳\end{array}\right\}$$

$$\rightarrow \text{C}_۲\text{H}_۴\text{O}_۳$$

گزینهٔ «د» صحیح است.

۴۶ استوکیومتری در ترکیب ماده

$$۳/۸\text{gr Na}_۲\text{SO}_۴ \times \frac{۱\text{mol Na}_۲\text{SO}_۴}{۱۴۲\text{gr Na}_۲\text{SO}_۴} \times \frac{۱\text{mol Na}_۲\text{SO}_۴\cdot ۱۰\text{H}_۲\text{O}}{۱\text{mol Na}_۲\text{SO}_۴} \times \frac{۱۰\text{mol H}_۲\text{O}}{۱\text{mol Na}_۲\text{CO}_۳\cdot ۱۰\text{H}_۲\text{O}} \times \frac{۱۸\text{gr H}_۲\text{O}}{۱\text{mol H}_۲\text{O}} = ۴/۸۱۶\text{gr H}_۲\text{O}$$

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۴۷ فرمول تجربی

فرض ۱۰۰gr ترکیب اول $\text{XCl}_۲$:

$$\begin{cases}\text{X}: ۴۰/۳۲\text{gr}\\ \text{Cl}: ۵۹/۶۸\text{gr}\end{cases} \rightarrow \frac{\text{mol X}}{\text{mol Cl}} = \frac{۴۰/۳۲\text{gr X} \times \frac{۱\text{mol M}}{\text{Mgr X}}}{۵۹/۶۸\text{gr Cl} \times \frac{۱\text{mol Cl}}{۳۵/۵\text{gr Cl}}} = \frac{۱}{۲}$$

$$\rightarrow \text{M} = ۴۷/۹۶\text{gr /mol}$$

فرض ۱۰۰gr ترکیب دوم

$$\left\{\begin{array}{l}\text{X}: ۲۵/۲۵\text{gr} \xrightarrow{\times\frac{۱\text{mol}}{۴۷/۹۶\text{gr}}} ۰/۵۲۶۵ \rightarrow ۱\\ \text{Cl}: ۷۴/۷۵\text{gr} \xrightarrow{\times\frac{۱\text{mol}}{۳۵/۵\text{gr}}} ۲/۱۱\text{mol} \rightarrow ۳/۹۹ \simeq ۴\end{array}\right\} \rightarrow \text{XCl}_۴$$

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۴۸ استوکیومتری در واکنش و فرمول تجربی

$$\text{BaCl}_۲\cdot \text{nH}_۲\text{O}_{(\text{aq})} + \text{Na}_۲\text{SO}_{۴(\text{aq})} \rightarrow \text{BaSO}_{۴(\text{s})} + ۲\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{nH}_۲\text{O}_{(\text{l})}$$

$$۴/۶۶\text{gr } BaSO_{۴(s)} \times \frac{۱\text{mol } BaSO_۴}{۲۳۳/۳۳\text{gr } BaSO_۴} \times \frac{۱\text{mol } BaCl_۲ \cdot nH_۲O}{۱\text{mol } BaSO_۴}$$

$$\times \frac{(۲۰۸/۳۳ + ۱۸n)\text{gr } BaCl_۲ \cdot nH_۲O}{۱\text{mol } BaCl_۲ \cdot nH_۲O}$$

$$= ۴/۸۸\text{gr } BaCl_۲ \cdot nH_۲O \rightarrow n = ۲$$

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۴۹ استوکیومتری در محلول

$$۲۰\text{ml } Na_۲SO_۴ \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰^۳\text{ml}} \times \frac{۰/۱\text{mol } Na_۲SO_۴}{۱\text{lit } Na_۲SO_۴} \times \frac{۱\text{mol } SO_۴^{۲-}}{۱\text{mol } Na_۲SO_۴}$$

$$= ۰/۰۰۲\text{mol } SO_۴^{۲-}$$

$$۸۰\text{ml} Al_۲(SO_۴)_۳ \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰^۳\text{ml}} \times \frac{۰/۱\text{mol } Al_۲(SO_۴)_۳}{۱\text{lit} Al_۲(SO_۴)_۳} \times \frac{۳\text{mol } SO_۴^{۲-}}{۱\text{mol } Al_۲(SO_۴)_۳}$$

$$= ۰/۰۲۴\text{mol } SO_۴^{۲-}$$

$$\text{مولاریته} : C_M(SO_۴^{۲-}) = \frac{\text{mol } SO_۴^{۲-}}{V(\text{lit})} = \frac{(۰/۰۲۴ + ۰/۰۰۲)\text{mol } SO_۴^{۲-}}{۱۰۰\text{ml} \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰^۳\text{ml}}} = ۰/۲۶\text{mol /lit}$$

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۵۰ مولاریته

فرض: محلول حاوی $۱\text{kg } H_۲O$ را در نظر می‌گیریم:

$$۱\text{kg } H_۲O \times \frac{۱\text{mol NaOH}}{۱\text{kg } H_۲O} = ۱\text{mol NaOH}$$

جرم این محلول $۱\text{mol NaOH} + ۱\text{kg } H_۲O = ۱۰۴۰\text{gr}$.

$$۱۰۴۰\text{gr محلول} \times \frac{۱\text{cm}^۳ \text{ محلول}}{۱/۱۸۹\text{gr محلول}} \times \frac{۱۰^{-۳}\text{lit محلول}}{۱\text{cm}^۳ \text{ محلول}} = ۰/۸۷۴۶۸۵\text{lit}$$

$$C_M(NaOH) = \frac{۱\text{mol NaOH}}{۰/۸۷۴۶۸۵} = ۱/۱۴۳\text{mol /lit}$$

گزینهٔ «ب» صحیح است.

۵۱ درصد جرمی

$$\begin{cases} ۱۰۰\text{gr } NaNO_۳ \text{ محلول } ۲۰٪ \\ x\text{gr } NaNO_۳ \text{ محلول } ۳۰٪ \end{cases} \rightarrow \left\{ (۱۰۰ + x)\text{gr } NaNO_۳ \text{ محلول } ۲۶٪ \right.$$

$$۱۰۰\text{gr NaNO}_۳\ \text{محلول} \times \frac{۲۰\text{gr NaNO}_۳}{۱۰۰\text{gr NaNO}_۳\ \text{محلول}} = ۲۰\text{gr NaNO}_۳$$

$$x\text{gr NaNO}_۳\ \text{محلول} \times \frac{۳۰\text{gr NaNO}_۳}{۱۰۰\text{gr NaNO}_۳\ \text{محلول}} = ۰/۳x\text{gr NaNO}_۳$$

$$\text{درصد جرمی محلول جدید} = ۲۶ = \frac{۲۰ + ۰/۳x}{۱۰۰ + x} \times ۱۰۰$$

$$\rightarrow x = ۱۵۰\text{gr NaNO}_۳ \text{ محلول } ۳۰٪$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۵۲ استوکیومتری در واکنش‌های آبی (واکنشگر محدودکننده ـ اضافی)

$$SrCl_{۲(aq)} + Na_۲SO_{۴(aq)} \rightarrow SrSO_{۴(s)} + ۲NaCl_{(aq)}$$

فرض $SrCl_۲$ محدودکننده

$$۵۰۰\text{ml SrCl}_۲\ \text{محلول} \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰^۳\text{ml}} \times \frac{۸۰\text{gr SrCl}_۲}{۱\text{lit SrCl}_۲\ \text{محلول}} \times \frac{۱\text{mol SrCl}_۲}{۱۵۸/۷۱\text{gr SrCl}_۲}$$
$$\times \frac{۱\text{mol Na}_۲\text{SO}_۴}{۱\text{mol SrCl}_۲} \times \frac{۱\text{lit Na}_۲\text{SO}_۴\ \text{محلول}}{۰/۲\text{mol Na}_۲\text{SO}_۴} \times \frac{۱۰^۳\text{ml Na}_۲\text{SO}_۴}{۱\text{lit Na}_۲\text{SO}_۴}$$
$$= ۱۲۶۰/۳\text{ml Na}_۲\text{SO}_۴ > ۳۰۰\text{ml}$$

بنابراین فرض غلط است و $Na_۲SO_۴$ محدودکننده است.

$$۳۰۰\text{ml Na}_۲\text{SO}_۴\ \text{محلول} \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰^۳\text{ml}} \times \frac{۰/۲\text{mol Na}_۲\text{SO}_۴}{۱\text{lit Na}_۲\text{SO}_۴\ \text{محلول}}$$
$$\times \frac{۱\text{mol SrSO}_۴}{۱\text{mol Na}_۲\text{SO}_۴} \times \frac{۱۸۳/۷۱\text{gr SrSO}_۴}{۱\text{mol SrSO}_۴} = ۱۱/۰۲۳\text{gr SrSO}_۴$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۵۳ قابلیت انحلال

قابلیت انحلال برابر با مقدارگرم ماده حل‌شونده در ۱۰۰gr حلال است.

$$۱۰۰\text{gr}\ \text{محلول} \times \frac{۹\text{gr ZnSO}_۴}{۱۰۹\text{gr}\ \text{محلول}} \times \frac{۱\text{mol ZnSO}_۴}{۱۶۱\text{gr ZnSO}_۴} \times \frac{۱\text{mol ZnSO}_۴۷\text{H}_۲\text{O}}{۱\text{mol ZnSO}_۴}$$
$$\times \frac{۲۸۷\text{gr ZnSO}_۴ \cdot ۷\text{H}_۲\text{O}}{۱\text{mol ZnSO}_۴ \cdot ۷\text{H}_۲\text{O}} = ۱۴/۷۱۸\text{gr ZnSO}_۴ \cdot ۷\text{H}_۲\text{O}$$

گزینهٔ «**ج**» صحیح است.

۵۴ استوکیومتری در محلول

$$۳۰۰\text{ml}\text{Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳\text{ محلول} \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰^۳\text{ml}} \times \frac{۰/۵\text{mol Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳}{۱\text{lit محلول}}$$
$$\times \frac{۱\text{mol Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳ \cdot ۵\text{H}_۲\text{O}}{۱\text{mol Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳} \times \frac{۲۴۸\text{gr Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳ \cdot ۵\text{H}_۲\text{O}}{۱\text{mol Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳ \cdot ۵\text{H}_۲\text{O}}$$
$$= ۳۷/۲\text{gr Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳ \cdot ۵\text{H}_۲\text{O}$$

$$۲\text{S}_۲\text{O}_۳^{۲-} + \text{I}_۲ \rightarrow \text{S}_۴\text{O}_۶^{۲-} + ۲\text{I}^-$$

$$۳۰۰\text{ml}\text{Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳ \times \frac{۰/۵\text{mol Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳}{۱۰^۳\text{ml}\text{Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳} \times \frac{۱\text{mol S}_۲\text{O}_۳^{۲-}}{۱\text{mol Na}_۲\text{S}_۲\text{O}_۳}$$
$$\times \frac{۱\text{mol I}_۲}{۲\text{mol S}_۲\text{O}_۳^{۲-}} \times \frac{۲۵۴\text{gr I}_۲}{۱\text{mol I}_۲} = ۱۹/۰۵\text{gr I}_۲$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۵۵ استوکیومتری در محلول

$$\text{Na}_۲\text{CO}_{۳(\text{aq})} + ۲\text{HCl}_{(\text{aq})} \rightarrow ۲\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_۲\text{O}_{(\text{l})} + \text{CO}_{۲(\text{g})}$$

$$۶۰\text{ml}\text{HCl محلول} \times \frac{۰/۲\text{mol HCl}}{۱\text{litHCl محلول}} \times \frac{۱\text{mol Na}_۲\text{CO}_۳}{۲\text{mol HCl}} \times \frac{۱}{۵۰\text{ml}\text{Na}_۲\text{CO}_۳\text{ محلول}}$$
$$= ۰/۱۲\text{mol /litNa}_۲\text{CO}_۳$$

$$\text{Na}_۲\text{CO}_{۳(\text{aq})} + \text{CaCl}_{۲(\text{aq})} \rightarrow \text{CaCO}_{۳(\text{s})} + ۲\text{NaCl}_{(\text{aq})}$$

$$۱۰۰\text{ml}\text{Na}_۲\text{CO}_۳\text{ محلول} \times \frac{۰/۱۲\text{mol}\text{Na}_۲\text{CO}_۳}{۱۰^۳\text{ml}\text{Na}_۲\text{CO}_۳}$$
$$\times \frac{۱\text{mol CaCO}_۳}{۱\text{mol Na}_۲\text{CO}_۳} \times \frac{۱۰۰/۰۸\text{gr CaCO}_۳}{۱\text{mol CaCO}_۳} = ۱/۲\text{gr CaCO}_۳$$

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.

۵۶ استوکیومتری و درصد جرمی

فرض $x\text{mol NaCl}$ و $y\text{mol KBr}$

$$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$
$$KBr_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgBr_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

$$۲۸/۸ml\,AgNO_3\ \text{محلول} \times \frac{۰/۱۰۶mol\ AgNO_3}{۱۰^3 ml\,AgNO_3\ \text{محلول}}$$
$$= ۳/۰۵۲۸ \times ۱۰^{-۳} mol\ AgNO_{3(aq)}$$

$$\left.\begin{array}{l} xmol\ NaCl \times \frac{۱mol\ Cl^-}{۱mol\ NaCl} \times \frac{۱mol\ Ag^+}{۱mol\ Cl^-} = xmol\ Ag^+ \\ ymol\ KBr \times \frac{۱mol\ Br^-}{۱mol\ KBr} \times \frac{۱mol\ Ag^+}{۱mol\ Br^-} = ymol\ Ag^+ \end{array}\right\}$$
$$x + y = ۳/۰۵۲۸ \times ۱۰^{-۳}$$

جرم مخلوط اولیه

$$(۵۸/۵x)gr\ NaCl + (۱۱۹y)gr\ KBr = ۰/۳۰۳gr$$

$$\begin{cases} ۵۸/۵x + ۱۱۹y = ۰/۳۰۳ \\ x + y = ۳/۰۵۲۸ \times ۱۰^{-۳} \end{cases} \rightarrow \begin{array}{l} x = ۹/۹۶۴ \times ۱۰^{-۴} mol\ NaCl \\ y = ۲/۰۵۶ \times ۱۰^{-۳} mol\ KBr \end{array}$$

$$Br^-\ \text{درصد جرمی} : ۲/۰۵۶ \times ۱۰^{-۳} mol\ KBr \times \frac{۱mol\ Br^-}{۱mol\ KBr}$$
$$\times \frac{۸۰gr\ Br^-}{۱mol\ Br^-} \times \frac{۱۰۰}{۰/۳۰۳gr\ \text{مخلوط اولیه}} = ۵۴/۲۸٪$$

گزینهٔ «ج» صحیح است.

۵۷ غلظت

$$۱mgH_2SO_4\ \text{محلول} \times \frac{۱mol\ H_2SO_4}{۱۰۹۸gr\ H_2SO_4\ \text{محلول}} \times \frac{۹۸gr\ H_2SO_4}{۱mol\ H_2SO_4}$$
$$= ۰/۰۹mgH_2SO_4$$

گزینهٔ «الف» صحیح است.

۵۸ درصد جرمی

$$\text{تعریف مولال} : \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حلال } ۱kg}$$

$$\text{محلول}\ ۱۰۰۰gH_2O + ۱۱/۴mol\ HBr \times ۸۱gr/mol\ HBr = ۱۹۲۳/۴gr$$

$$۱۱/۴\text{mol HBr} \times \frac{۸۱\text{gr HBr}}{۱\text{mol HBr}} \times \frac{۱۰۰}{\text{محلول } ۱۹۲۳/۴\text{gr}} = ۴۸/۰٪$$

گزینهٔ «**الف**» صحیح است.

۵۹ تبدیل غلظت‌ها

فرض: ۱۰۰gr محلول A ($۹۸٪H_۲SO_۴$) را می‌خواهیم به محلول ۰/۱m $H_۲SO_۴$ تبدیل می‌کنیم.

$$۱۰۰\text{gr A محلول} \times \frac{۹۸\text{gr } H_۲SO_۴}{۱۰۰\text{gr A محلول}} \times \frac{۱\text{mol } H_۲SO_۴}{۹۸\text{gr } H_۲SO_۴} \times \frac{۱\text{kg } H_۲O}{۰/۱\text{mol } H_۲SO_۴}$$

$$= ۱۰\text{kg } H_۲O$$

در محلول A اولیه وجود دارد. $۱۰۰\text{gr A محلول} \times \frac{۲\text{gr } H_۲O}{۱۰۰\text{gr A محلول}} = ۲\text{gr } H_۲O$

باید افزوده شود. $۱۰۰۰۰\text{g}H_۲O - ۲\text{gr } H_۲O = ۹۹۹۸\text{gr } H_۲O$

$$۱\text{gr A محلول} \times \frac{\text{باید افزوده شود. } ۹۹۹۸\text{gr } H_۲O}{۱۰۰\text{gr A محلول}}$$

$$= \text{باید افزوده شود. } ۹۹/۹۸\text{gr } H_۲O$$

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.

۶۰ غلظت‌ها

$$۲۵۰\text{gr محلول} \times \frac{۱۲\text{gr } BaCl_۲}{۱۰۰\text{gr محلول}} \times \frac{۱\text{mol } BaCl_۲}{۲۰۸\text{gr } BaCl_۲}$$

$$\times \frac{۱\text{mol } BaCl_۲ \cdot ۲H_۲O}{۱\text{mol } BaCl_۲} \times \frac{۲۴۴\text{gr } BaCl_۲ \cdot ۲H_۲O}{۱\text{mol } BaCl_۲ \cdot ۲H_۲O}$$

$$= ۳۵/۱۹\text{gr } BaCl_۲ \cdot ۲H_۲O$$

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.

۶۱ استوکیومتری در محلول

$$۳۰۰\text{ml HCl محلول} \times \frac{۰/۴\text{mol HCl}}{۱۰^۳\text{ml HCl محلول}} \times \frac{۳۶/۵\text{gr HCl}}{۱\text{mol HCl}}$$

$$\times \frac{\text{محلول غلیظ } ۱۰۰\text{gr}}{۳۷\text{gr HCl}} \times \frac{۱\text{ml محلول غلیظ}}{۱/۱۸\text{gr محلول غلیظ}}$$

$$= ۱۰/۰۳۲\text{ml HCl محلول غلیظ}$$

گزینهٔ «**ب**» صحیح است.