حل

مسائل برگزیده شیمی

مؤلف: سمیرا میرشی

پیشگفتار ناشر

در اوایل دهه‌ی ۸۰ که اوج هنرنمایی ناشران کتب کمك آموزشی برای دانش‌آموزان و دانشجویان بود، یافتن کتابی وزین و متین برای دانش‌آموزان و دانشجویان ممتاز که قشر اندکی از کل جامعه را شامل می‌شدند کار بسیار دشوار و در حد غیرممکن بود. این انتشارات با همین قصد و نیت تأسیس گردید که خلأ بازار کتاب را شناسایی کرده و در آن جهت فعالیت کند. در ابتدا برای دانش‌آموزان داوطلب المپیادهای علمی کتب تخصصی تدوین و منتشر کرد که مورد استقبال آن اندك دانش‌آموزان قرار گرفت. در ادامه برای دانش‌آموزان ممتاز و تیزهوش دبیرستان و پیش‌دانشگاهی کتب کمك آموزشی متمایز از کتب موجود در بازار منتشر نمود که شدیداً مورد استقبال آن قشر از جامعه قرار گرفت. باید توجه کرد که انتشار این کتب به خاطر پایین بودن جامعه‌ی آماریشان از نظر مالی مقرون به‌صرفه نمی‌باشد، به همین دلیل عمده‌ی ناشرین از نشر کتب برای این افراد همت چندانی نمی‌کنند اما با توجه به سیاست این انتشارات مایه‌ی مباهات است صرف‌نظر از سود مادی خدمت به افراد ممتاز (گرچه قلیل باشند) سرلوحه‌ی فعالیت‌ها قرار گیرد.

ما را از دعای خیرتان فراموش نکنید.

رسول حاجی‌زاده

مدیر انتشارات خوشخوان

فصل ۱	محاسبات شیمیایی (استوکیومتری)	۱
فصل ۲	گازها	۵۹
فصل ۳	گرما شیمی و ترمودینامیک	۹۳
فصل ٤	ساختار اتم و تناوب خواص در عناصر	۱۲۵
فصل ۵	پیوندهای شیمیایی و شکل هندسی مولکول‌ها	۱۷۱
فصل ۶	مایعات، جامدات و مخلوط‌ها	۲۲۱
فصل ۷	آشنایی با مواد آلی	۲۵۳

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.