



## محاسبات شیمیایی (استوکیومتری)



### ۱ فرمول تجربی

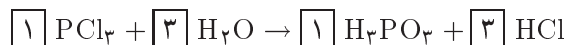
فرض: ۱۰۰ gr نمونه

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Na} : 22,5 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{23 \text{ gr}}} 0,978 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,978}} 1 \xrightarrow{\times 2} 2 \\ \text{B} : 21,5 \text{ gr} \xrightarrow{\frac{1 \text{ mol}}{11 \text{ gr}}} 1,9545 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,978}} 2 \xrightarrow{\times 2} 4 \\ \text{O} : 55,7 \text{ gr} \xrightarrow{\frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 3,48 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,978}} 3,5 \xrightarrow{\times 2} 7 \end{array} \right\} \rightarrow \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$$

گزینه «ب» صحیح است.

### ۲ استوکیومتری در واکنش‌ها

مرحله اول: موازنه واکنش شیمیایی.



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

$$\begin{aligned} 13,5 \text{ gr H}_2\text{O} &\times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ gr H}_2\text{O}} \times \frac{(1 \text{ mol H}_3\text{PO}_3 + 3 \text{ mol HCl})}{3 \text{ mol H}_2\text{O}} \\ &= 0,25 (1 \text{ mol H}_3\text{PO}_3 + 3 \text{ mol HCl}) \end{aligned}$$

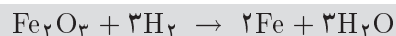
**توجه** از آن جا که  $H_3PO_3$  و  $HCl$  هر دو اسید هستند، بنابراین مجموع مول های هر دو آنها پاسخ مسأله است.

**توجه**  $H_3PO_3$  اسید ضعیف دوظرفیتی و  $HCl$  اسید قوی تک ظرفیتی است.

گزینه «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.



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

$$13 \text{ gr Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ gr Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}} \\ \times \frac{160 \text{ gr Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{100}{82,6} = 22,5 \text{ gr Fe}_2\text{O}_3$$

گزینه «الف» صحیح است.

### ۴ درصد جرمی عنصر در ترکیبات

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

$$\begin{aligned} \text{الف) } C_6H_5N \quad \%N &= \frac{14}{14 + 5 \times 1 + 6 \times 12} \times 100 = 15,38\% \\ \text{ب) } CH_4N_2O \quad \%N &= \frac{2 \times 14}{12 + 4 \times 1 + 2 \times 14 + 16} \times 100 = 46,66\% \\ \text{ج) } K_2N \quad \%N &= \frac{14}{3 \times 39 + 14} \times 100 = 10,68\% \\ \text{د) } Cu(NO_3)_2 \quad \%N &= \frac{2 \times 14}{63,5 + 2 \times 14 + 6 \times 16} \times 100 = 14,93\% \end{aligned}$$

**توجه** از آن جا که تعداد نیتروژن ها 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، می تواند جواب درست باشد.

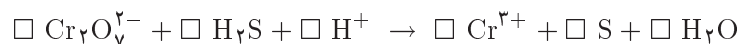


در این حالت محاسبه درصد جرمی نیتروژن برای دو ترکیب  $CH_4N_2O$  و  $C_6H_5N$  کافیهست.

گزینه «ب» صحیح است.

### ۵ استوکیومتری در واکنش اکسایش - کاهش

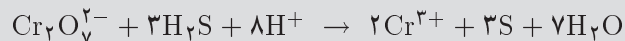
مرحله اول: نوشتن واکنش و موازنه آن  
در واکنش‌های اکسایش - کاهش می‌شود. واکنش دهنده‌های این واکنش دی‌کرومات، سولفوریک اسید، یون پروتون و فرآورده‌های آن کروم III، گوگرد و آب می‌باشد. یون پتاسیم و سولفات یون‌های ناظر در این واکنش هستند.



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



**توجه** به کتاب شیمی پیش‌دانشگاهی فصل چهارم مراجعه کنید.



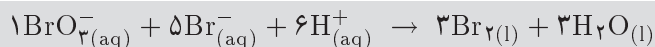
مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل

$$0.1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{3 \text{ mol S}}{1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{32 \text{ gr S}}{1 \text{ mol S}} = 0.96 \text{ gr S}$$

گزینه «ب» صحیح است.

### ۶ استوکیومتری در واکنش‌های اکسایش - کاهش

مرحله اول: نوشتن واکنش و موازنه آن



مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل

$$0.145 \text{ mol Br}_2 \times \frac{5 \text{ mol Br}^-}{3 \text{ mol Br}_2} = 0.242 \text{ mol Br}^-$$

گزینه «د» صحیح است.



### ۷ فرمول تجربی

مرحله اول به دست آوردن ظرفیت فلز است.

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

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



بنابراین فرمول تجربی سولفات آن  $\text{M}_2(\text{SO}_4)_3$  می باشد.

گزینه «ج» صحیح است.

### ۸ فرمول تجربی ترکیب $\text{M}_x\text{O}_y$

$$۴,۱۳ \text{ gr M}_x\text{O}_y - ۳,۵۹۷ \text{ gr M} = ۰,۵۳۳ \text{ gr O}$$

فرض اول: با توجه به گزینه ها فرمول تجربی  $\text{MO}$  را در نظر می گیریم و مسأله را حل می کنیم.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{M} : ۳,۵۹۷ \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1}{M}} ۰,۰۳۳۳ \text{ mol} \rightarrow ۳,۵۹ \text{ gr} \times \frac{۱ \text{ mol M}}{\text{M gr}} = ۰,۰۳۳۳ \text{ mol M} \\ \text{O} : ۰,۵۳۳ \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1}{16}} ۰,۰۳۳۳ \text{ mol} \rightarrow \text{M} = ۱۰۷,۹۷۷ \text{ gr/mol} \end{array} \right.$$

بدین ترتیب عنصر  $\text{M}$  همان  $\text{Ag}$  خواهد بود. ( $\text{AgO}$ )

چون  $\text{M}$  با این فرض در گزینه ها وجود دارد، دیگر فرض دوم  $\text{M}_2\text{O}$  را بررسی نمی کنیم.

گزینه «ب» صحیح است.

### ۹ واکنشگر محدودکننده - اضافی

مرحله اول تعیین واکنشگر محدودکننده: چون جرم تمام عناصر اولیه یکسان است، عنصری که حاصل ضرب 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  $\text{O}$  محدودکننده است.

مرحله دوم: تشکیل ضرایب تبدیل

$$۱۰ \text{ gr O} \times \frac{۱ \text{ mol O}}{۱۶ \text{ gr O}} \times \frac{۱ \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2}{۶ \text{ mol O}} \times \frac{۱۸۷,۵ \text{ gr Cu}(\text{NO}_3)_2}{۱ \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2} \\ = ۱۹۵,۳۱۲۵ \text{ gr Cu}(\text{NO}_3)_2$$

گزینه «ج» صحیح است.

### ۱۰ محاسبه بازده

با استفاده از ضرایب تبدیل مقدار نظری را به دست می‌آوریم.

$$\begin{aligned} 1 \text{ ton سنگ معدن} &\times \frac{60 \text{ gr Fe}_3\text{O}_4}{100 \text{ g سنگ معدن}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{232 \text{ gr Fe}_3\text{O}_4} \times \frac{3 \times 56 \text{ gr Fe}}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4} \\ &= 0,434482 \text{ ton Fe} \\ \text{بازده واکنش} &= \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{200}{434,482} \times 100 = 46,03\% \end{aligned}$$

گزینه «د» صحیح است.

### ۱۱ استوکیومتری در واکنش‌های متوالی

مرحله اول: از آنجا که  $\text{CO}_2$  در هر دو واکنش مصرف می‌شود، و در هر دو واکنش به نسبت استوکیومتری ۱ : ۱ است، نصف  $\text{CO}_2$  در واکنش اول، نصف دوم در واکنش دوم مصرف می‌شود. مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل

$$0,25 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol Ca(HCO}_3)_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 0,25 \text{ mol Ca(HCO}_3)_2$$

گزینه «ب» صحیح است.

### ۱۲ فرمول تجربی

در ترکیب آهن با سولفات، فرمول تجربی  $\text{Fe}_x(\text{SO}_4)_y$  در نظر می‌گیریم. برای به دست آوردن ظرفیت فلز باید دو مجهول  $x, y$  را به دست آوریم، بنابراین باید دو معادله برای به دست آوردن دو مجهول داشته باشیم. طبق داده‌های مسأله معادله زیر برقرار است.

$$\%S = \frac{32y}{56x + 96y} \times 100 = 12,1$$

از این معادله نسبت  $x$  به  $y$  را می‌یابیم.

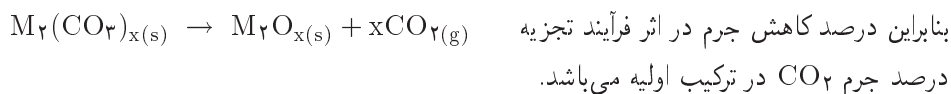
$$11,84y = 11,76x \rightarrow x \cong y \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{1} \text{ (مقدار دقیق } x, y \text{ به دست نمی‌آید)}$$

**توجه** با توجه به بار آنیون سولفات می‌دانیم که  $x = 2$  خواهد بود. اما از آن جا که در فرمول تجربی ساده‌ترین نسبت برقرار است، بنابراین ترکیب  $\text{FeSO}_4$  خواهد بود.

گزینه «الف» صحیح است.

**۱۳ واکنش تجزیه**

در اثر تجزیه کربنات یک فلز، اکسید آن فلز و کربن دی اکسید آزاد می شود.



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

$$\frac{M}{x} = 32,67$$

با توجه به گزینه ها

اگر  $x = 1$  ←  $M = 32,67$ ، هیچ فلزی با این جرم مولی نه در گزینه ها و نه در واقعیت وجود دارد.

اگر  $x = 2$  ←  $M = 65,356$  است. پس فلز  $Zn = M$  می باشد.

روش آسان: با سرعت بالا برای هر گزینه درصد جرمی  $CO_2$  را حساب می کنیم.

گزینه «الف» صحیح است.

**۱۴ ضریب تبدیل**

$$\begin{aligned} & 5 \text{ gr Ne} \times \frac{1 \text{ mol Ne}}{20 \text{ gr Ne}} \times \frac{1 \text{ mol ذره}}{1 \text{ mol Ne}} \times \frac{1 \text{ mol SrCl}_2}{3 \text{ mol ذره}} \times \frac{158,6 \text{ gr SrCl}_2}{1 \text{ mol SrCl}_2} \\ & = 13,22 \text{ gr SrCl}_2 \end{aligned}$$

گزینه «ج» صحیح است.

**۱۵ درصد جرمی**

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

$$\%C = \frac{12}{23 + 61} \% = 14,28\% \quad \leftarrow \text{NaHCO}_3 \text{ (ب)}$$

$$\%C = \frac{2 \times 12}{24 + 88} \% = 21,43\% \quad \leftarrow \text{MgC}_2\text{O}_4 \text{ (ج)}$$

$$\%C = \frac{12}{7 \times 2 + 60} \% = 16,22\% \quad \leftarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 \text{ (د)}$$

گزینه «ج» صحیح است.

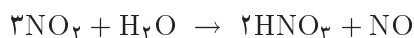
**۱۶ فرمول مولکولی**

$$6,02 \times 10^{21} N_x O_y \times \frac{1 \text{ mol } N_x O_y}{6,02 \times 10^{23} N_x O_y} \times \frac{x \text{ mol N}}{1 \text{ mol } N_x O_y} \times \frac{14 \text{ gr N}}{1 \text{ mol N}}$$

$$= ۰٫۱۴ \text{ gr N}$$

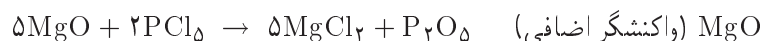
$$\rightarrow x = ۱ \quad \rightarrow N_x O_y = \begin{cases} \text{NO} \\ \text{NO}_2 \end{cases}$$

بین این دو اکسید تنها  $\text{NO}_2$  ایندريد اسيد است و در اثر واکنش با آب اسيد توليد مي‌کند.



گزینه «د» صحيح است.

### ۱۷ استوکیومتری در واکنش



$$284 \text{ gr P}_2\text{O}_5 \times \frac{1 \text{ mol P}_2\text{O}_5}{142 \text{ gr P}_2\text{O}_5} \times \frac{2 \text{ mol PCl}_5}{1 \text{ mol P}_2\text{O}_5} \times \frac{208.5 \text{ gr PCl}_5}{1 \text{ mol PCl}_5}$$

$$= 834 \text{ gr PCl}_5$$

گزینه «ج» صحيح است.

### ۱۸ فرمول تجربی

فلز قلیایی  $\text{M}$ : کاتیون  $\text{M}^{2+}$ : اکسید فلز  $\text{MO}$ : پراکسید فلز  $\text{MO}_2$ .

$$\frac{\text{MO}}{\text{MO}_2} = \frac{7}{9} \rightarrow \frac{M + 16}{M + 32} = \frac{7}{9} \rightarrow M = 40, \quad M \equiv \text{Ca}$$

گزینه «ج» صحيح است.

### ۱۹ استوکیومتری در واکنش

واکنش برشته شدن سولفید فلز:



$$\frac{1}{200} \text{ mol SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol S}}{1 \text{ mol SO}_2} \times \frac{1 \text{ mol M}_2\text{S}}{1 \text{ mol S}} \times \frac{(2M + 32) \text{ gr M}_2\text{S}}{1 \text{ mol M}_2\text{S}}$$

$$= ۰٫۸ \text{ gr M}_2\text{S}$$

$$M = 64 \text{ gr / mol}$$

گزینه «الف» صحيح است.

۲۰ استوکیومتری در واکنش



( $\text{H}_2$  واکنشگر محدودکننده است.)

$$0,1 \text{ mol H}_2 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4\text{N}_2\text{O}}{3 \text{ mol H}_2} \times \frac{60 \text{ gr CH}_4\text{N}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4\text{N}_2\text{O}} = 2 \text{ gr CH}_4\text{N}_2\text{O}$$

گزینه «الف» صحیح است.

۲۱ درصد جرمی در ترکیب

کلرید اول:

نسبت  $\text{X} : \text{Cl}$  برابر است با  $1 : 2 \leftarrow$  فرمول تجربی  $\text{XCl}_2$

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

(با توجه به جرم اتمی مذکور فلز  $\text{X}$  همان  $\text{Fe}$  است)

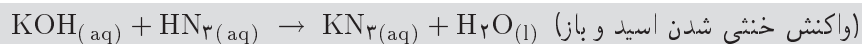
کلرید دوم:

نسبت  $\text{X} : \text{Cl}$  برابر است با  $1 : 3 \leftarrow$  فرمول تجربی  $\text{XCl}_3$

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

گزینه «ج» صحیح است.

۲۲ استوکیومتری در واکنش



( $\text{HN}_3$  واکنشگر محدودکننده است.)

$$14,7 \text{ gr KN}_3 \text{ عملی} \times \frac{100 \text{ gr KN}_3 \text{ نظری}}{91,5 \text{ gr KN}_3 \text{ عملی}} \times \frac{1 \text{ mol KN}_3}{81,1 \text{ gr KN}_3} \times \frac{1 \text{ mol HN}_3}{1 \text{ mol KN}_3} \\ \times \frac{43 \text{ gr HN}_3}{1 \text{ mol HN}_3} \times \frac{100 \text{ gr HN}_3 \text{ محلول}}{3 \text{ gr HN}_3} = 283,937 \text{ gr HN}_3 \text{ محلول}$$

گزینه «الف» صحیح است.

۲۳ تبدیل جرم به مول

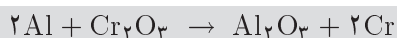
$$6,66 \text{ gr Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}}{666 \text{ gr Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}}$$



$$\begin{aligned} & \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}} = 0,02 \text{ mol Al}^{3+} \\ 7,245 \text{ gr AlCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O} & \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}}{241,5 \text{ gr AlCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol AlCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}} \\ & = 0,03 \text{ mol Al}^{3+} \\ \text{mol Al}^{3+} & = 0,02 + 0,03 = 0,05 \end{aligned}$$

گزینه «الف» صحیح است.

### ۲۴ محاسبه بازده واکنش



مرحله اول: تعیین واکنشگر محدودکننده

فرض Al محدودکننده است.

$$\begin{aligned} 5 \text{ kg Al} & \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ gr Al}} \times \frac{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{152 \text{ gr Cr}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_3} \\ & = \underbrace{14,07 \text{ kg Cr}_2\text{O}_3}_{\text{مورد نیاز است}} < \underbrace{20 \text{ kg Cr}_2\text{O}_3}_{\text{موجود است}} \end{aligned}$$

بنابراین فرض درست است.

$$\begin{aligned} 5 \text{ kg Al} & \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ gr Al}} \times \frac{2 \text{ mol Cr}}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{52 \text{ gr Cr}}{1 \text{ mol Cr}} \\ & = 9,63 \text{ kg Cr} \leftarrow \text{مقدار نظری} \end{aligned}$$

مقدار عملی ← ۸ kg (طبق داده مسأله)

$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{8}{9,63} \times 100 = 83,1\%$$

گزینه «د» صحیح است.

### ۲۵ فرمول تجربی

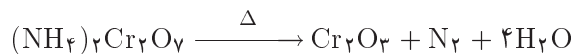
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{U} : 2,5 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{238 \text{ gr}}} 0,0105 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,0105}} 1 \xrightarrow{\times 3} 3 \\ \text{O} : (2,949 - 2,5) \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 0,028 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,0105}} 2,67 \xrightarrow{\times 3} 8 \end{array} \right\}$$

فرمول تجربی:  $\text{U}_3\text{O}_8$

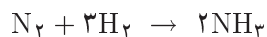
گزینه «د» صحیح است.

۲۶ استوکیومتری در واکنش‌های متوالی

- واکنش تجزیه آمونیوم دی‌کرومات



- واکنش تولید آمونیاک



- ضرایب تبدیل

$$\begin{aligned} 3,4 \text{ gr NH}_3 &\times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ gr NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{1 \text{ mol N}_2} \\ &\times \frac{252 \text{ gr } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 25,2 \text{ gr } (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \end{aligned}$$

گزینه «ب» صحیح است.

۲۷ فرمول تجربی

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{H : } 0,2 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ gr}}} 0,2 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,2}} 1 \\ \text{I : } 25,4 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{127 \text{ gr}}} 0,2 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,2}} 1 \\ \text{O : } 12,8 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 0,8 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,2}} 4 \end{array} \right\} \text{HIO}_4$$

**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 +۷ است.

گزینه «ج» صحیح است.

۲۸ درصد خلوص

$$\begin{aligned} \% \text{Cu}_2\text{O} &= \frac{66,6 \text{ gr Cu}}{100 \text{ gr Cu}_2\text{O}_{\text{ناخالص}}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63,5 \text{ gr Cu}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}_2\text{O}}{2 \text{ mol Cu}} \\ &\times \frac{143 \text{ gr Cu}_2\text{O}}{1 \text{ mol Cu}_2\text{O}} \times 100 = 75\% \text{Cu}_2\text{O} \end{aligned}$$

گزینه «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

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg A} \times \frac{10^3 \text{ gr A}}{1 \text{ kg A}} \times \frac{1 \text{ mol A}}{28 \text{ gr A}} \times \frac{67.022 \times 10^{23} \text{ Si}}{1 \text{ mol A}} \times \frac{1 \text{ B}}{10^{10} \text{ Si}} \\ = 2.15 \times 10^{15} \text{ B} \end{aligned}$$

گزینه «الف» صحیح است.

### ۳۰ فرمول تجربی

$$37002 \text{ gr CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ gr CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{12 \text{ gr C}}{1 \text{ mol C}} = 101187 \text{ gr C}$$

$$1764 \text{ gr H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ gr H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ gr H}}{1 \text{ mol H}} = 1922 \text{ gr H}$$

$$17367 \text{ gr O} - 101187 \text{ gr C} - 1922 \text{ gr H} = 366 \text{ gr O}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{C : } 101187 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{12 \text{ gr}}} 8432 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{101187}} 2.98 \cong 3 \\ \text{H : } 1922 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ gr}}} 1922 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{101187}} 7.96 \cong 8 \\ \text{O : } 366 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 22.87 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{101187}} 1 \end{array} \right\} \text{C}_3\text{H}_8\text{O}$$

گزینه «ب» صحیح است.

### ۳۱ درصد جرمی

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

$$45.3\% = \% \text{H}_2\text{O} = \frac{18x}{18x + 152}\% \rightarrow x = 7$$

گزینه «ج» صحیح است.

### ۳۲ فرمول تجربی

فرض: 100 gr نمونه

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ce : } 37.7 \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{140.1 \text{ gr}}} 0.269 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{37.7}} 1 \\ \text{Cl : } 28.41 \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{35 \text{ gr}}} 0.803 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{28.41}} 2.97 \cong 3 \\ \text{H}_2\text{O : } 33.89 \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ gr}}} 1.882 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{33.89}} 6.99 \cong 7 \end{array} \right\} \rightarrow \text{CeCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

گزینه «د» صحیح است.

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

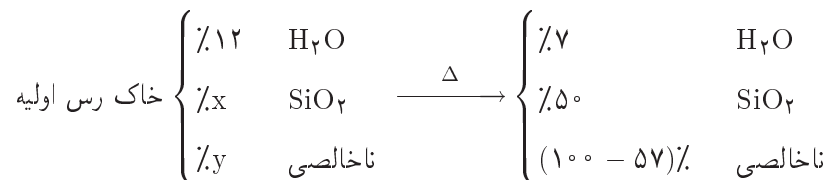
M: جرم ایزوتوپ  $\bar{M}$  X: کسر فراوانی ایزوتوپ  $\bar{M}$

$$Sr = \frac{1}{100} (82.53 \times 88 + 7.035 \times 87 + 9.87 \times 86 + 0.56 \times 84) = 87.70$$

گزینه «الف» صحیح است.

۳۴ درصد جرمی

فرض:  $100\text{ gr}$  نمونه خشک شده داریم:



آبی را که در اثر حرارت تبخیر شده است را  $M(\text{gr})$  در نظر می‌گیریم. از درصد جرمی آب در نمونه اولیه M را به دست آورده و از آنجا درصد جرمی  $\text{SiO}_2$  را به دست می‌آوریم.

$$\text{در نمونه اولیه } \% \text{H}_2\text{O} = \%12 = \frac{y + M}{100 + M} \rightarrow M = 5.682 \text{ gr H}_2\text{O}$$

در  $100\text{ gr}$  نمونه خشک شده  $7\text{ gr H}_2\text{O}$ ،  $50\text{ gr SiO}_2$  و  $43\text{ gr}$  ناخالصی وجود دارد. از آنجا که جرم  $\text{SiO}_2$  تغییر نمی‌کند، درصد  $\text{SiO}_2$  را در نمونه اولیه داریم:

$$\% \text{SiO}_2 = \frac{50 \text{ gr SiO}_2}{\underbrace{100 \text{ gr}}_{\text{نمونه خشک شده}} + \underbrace{5.682 \text{ gr H}_2\text{O}}_{\text{آب تبخیر شده}}} \times 100 = 47.31\% \text{SiO}_2$$

گزینه «ج» صحیح است.

۳۵ درصد جرمی و استوکیومتری در واکنش

$$\begin{aligned} 0.522 \text{ gr CO}_2 &\times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ gr CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CO}_3^{2-}}{1 \text{ mol C}} \\ &\times \frac{1 \text{ mol MCO}_3}{1 \text{ mol CO}_3^{2-}} \times \frac{(60 + M) \text{ gr MCO}_3}{1 \text{ mol MCO}_3} = 1 \text{ gr MCO}_3 \end{aligned}$$

$$\rightarrow M = 24.3 \text{ gr/mol} \rightarrow M \equiv \text{Mg (منیزیم)}$$

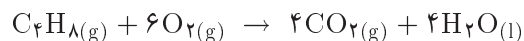
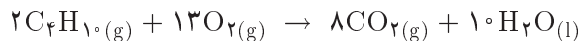
$$\%M = \frac{M}{M + 60} \times 100 = \frac{24.3}{24.3 + 60} \times 100 = 28.82\%$$

گزینه «ب» صحیح است.

۳۶ استوکیومتری در مخلوط‌ها

بوتان  $C_4H_{10}$  و بوتن  $C_4H_8$

واکنش سوختن



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

$$8/8 \text{ gr } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ gr } CO_2} = 0.2 \text{ mol } CO_2$$

$$4/18 \text{ gr } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ gr } H_2O} = 0.23 \text{ mol } H_2O$$

$$\begin{cases} 0.23 \text{ mol } H_2O = (5x + 4y) \text{ mol } H_2O \\ 0.2 \text{ mol } CO_2 = (4x + 4y) \text{ mol } CO_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0.03 \text{ mol } C_4H_{10} \\ y = 0.02 \text{ mol } C_4H_8 \end{cases}$$

$$\%C_4H_{10} = 0.03 \text{ mol } C_4H_{10} \times \frac{58 \text{ gr } C_4H_{10}}{1 \text{ mol } C_4H_{10}} \times \frac{100}{2.186 \text{ gr مخلوط}} = 60.84\%$$

**توجه** در این مسأله مقدار بوتان و بوتن مجهول بود و طبق تعریف مجهولات، مقدار مول آنها را  $x, y$  در نظر گرفتیم. برای به دست 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 ( $58x + 56y = 2.186$ ). 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.

گزینه «الف» صحیح است.

۳۷ درصد جرمی

$$1.04 \text{ gr نمونه خشک نشده } \times \frac{100 \text{ gr نمونه بی‌آب}}{(100 - 5.35) \text{ gr}} = 1.0987 \text{ gr نمونه اولیه}$$

$$0.584 \text{ gr } SiO_2 \times \frac{28 \text{ gr Si}}{60 \text{ gr } SiO_2} \times \frac{100}{1.0987 \text{ gr نمونه اولیه}} = 24.8\%$$

گزینه «الف» صحیح است.

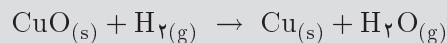
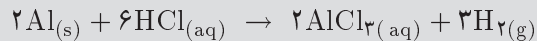
۳۸ درصد جرمی



$$\begin{aligned}
 & 0,163 \text{ gr } U_3O_8 \times \frac{1 \text{ mol } U_3O_8}{842 \text{ gr } U_3O_8} \times \frac{3 \text{ mol } U}{1 \text{ mol } U_3O_8} \times \frac{1 \text{ mol کارنوتیت}}{2 \text{ mol } U} \\
 & \times \frac{934 \text{ gr کارنوتیت}}{1 \text{ mol کارنوتیت}} \times \frac{100}{0,434 \text{ gr نمونه}} = 62,5\% \text{ کارنوتیت}
 \end{aligned}$$

گزینه «الف» صحیح است.

### ۳۹ استوکیومتری در واکنش‌های متوالی



$$\begin{aligned}
 & 41,6 \text{ gr Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ gr Al}} \times \frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{1 \text{ mol CuO}}{1 \text{ mol } H_2} \\
 & \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuO}} \times \frac{63,5 \text{ gr Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 146,75 \text{ gr Cu}
 \end{aligned}$$

گزینه «ب» صحیح است.

### ۴۰ فرمول تجربی

$$1,6 \text{ gr نمک بی‌آب}} \times \frac{1 \text{ mol نمک بی‌آب}}{160 \text{ gr نمک بی‌آب}} = 0,01 \text{ mol نمک بی‌آب}$$

$$(2,5 - 1,6) \text{ gr } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 \text{ gr } H_2O} = 0,05 \text{ mol } H_2O$$

$$1 \text{ mol نمک بی‌آب}} \times \frac{0,05 \text{ mol } H_2O}{0,01 \text{ mol نمک بی‌آب}} = 5 \text{ mol } H_2O$$

گزینه «ب» صحیح است.

### ۴۱ فرمول تجربی

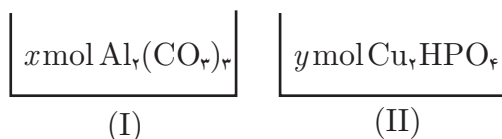
$$100 \text{ gr نمونه} \left\{ \begin{array}{l} Na : 59 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{23 \text{ gr}}} 2,56 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{2,56 \text{ mol}}} 1 \\ O : 41 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 2,56 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{2,56 \text{ mol}}} 1 \end{array} \right\}$$

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 به صورت اکسید باشد، اما پراکسید سدیم قابل قبول است.

$$M_{(Na_2O_2)} = 78 \text{ gr/mol} \leftarrow Na_2O_2$$

گزینه «د» صحیح است.

نسبت جرمی ۴۲



$$x \text{ mol Al}_2(\text{CO}_3)_3 \times \frac{9 \text{ mol O}}{1 \text{ mol Al}_2(\text{CO}_3)_3} = 9x \text{ mol O}$$

$$y \text{ mol Cu}_2\text{HPO}_4 \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \text{ mol Cu}_2\text{HPO}_4} = 4y \text{ mol O} \quad \rightarrow \quad \frac{9x}{4y} = 2 \quad \rightarrow \quad x = \frac{8}{9}y$$

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

گزینه «ب» صحیح است.

فرمول مولکولی ۴۳

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

در بین گزینه‌ها تنها در  $\text{NiI}_2$  این نسبت جرمی برقرار است.

گزینه «د» صحیح است.

استوکیومتری در واکنش ۴۴

$$180 \text{ gr Si}_3\text{N}_4 \times \frac{1 \text{ mol Si}_3\text{N}_4}{140 \text{ gr Si}_3\text{N}_4} \times \frac{3 \text{ mol Si}}{1 \text{ mol Si}_3\text{N}_4} \times \frac{28 \text{ gr Si}}{1 \text{ mol Si}} \times \frac{100}{95}$$

$$= 113,68 \text{ gr Si}$$

گزینه «ب» صحیح است.

فرمول تجربی ۴۵

$$17,38 \text{ gr CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ gr CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{12 \text{ gr C}}{1 \text{ mol C}} = 4,74 \text{ gr C}$$

$$7,11 \text{ gr H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ gr H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ gr H}}{1 \text{ mol}} = 0,79 \text{ gr H}$$

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

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{C: } 4,74 \text{ gr C} \xrightarrow{\frac{1 \text{ mol}}{12 \text{ gr}}} 0,395 \text{ mol C} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,395}} 1 \xrightarrow{\times 2} 2 \\
 \text{H: } 0,79 \text{ gr H} \xrightarrow{\frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ gr}}} 0,79 \text{ mol H} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,395}} 2 \xrightarrow{\times 2} 4 \\
 \text{O: } 9,47 \text{ gr O} \xrightarrow{\frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 0,592 \text{ mol O} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,395}} 1,5 \xrightarrow{\times 2} 3
 \end{array} \right\} \text{نمونه } 15 \text{ gr}$$

→ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>

گزینه «د» صحیح است.

**۴۶ استوکیومتری در ترکیب ماده**

$$\begin{aligned}
 3,8 \text{ gr Na}_2\text{SO}_4 &\times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ gr Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \\
 &\times \frac{10 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}} \times \frac{18 \text{ gr H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 4,816 \text{ gr H}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

گزینه «ج» صحیح است.

**۴۷ فرمول تجربی**

فرض ۱۰۰ gr ترکیب اول XCl<sub>۲</sub>:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{X: } 40,32 \text{ gr} \\
 \text{Cl: } 59,68 \text{ gr}
 \end{array} \right. \rightarrow \frac{\text{mol X}}{\text{mol Cl}} = \frac{40,32 \text{ gr X} \times \frac{1 \text{ mol X}}{M \text{ gr X}}}{59,68 \text{ gr Cl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}}{35,5 \text{ gr Cl}}} = \frac{1}{2}$$

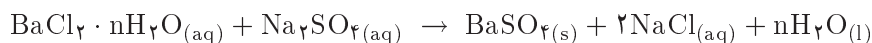
→ M = 47,96 gr / mol

فرض ۱۰۰ gr ترکیب دوم

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{X: } 25,25 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{47,96 \text{ gr}}} 0,5265 \rightarrow 1 \\
 \text{Cl: } 74,75 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{35,5 \text{ gr}}} 2,11 \text{ mol} \rightarrow 3,99 \simeq 4
 \end{array} \right\} \rightarrow \text{XCl}_4$$

گزینه «ج» صحیح است.

**۴۸ استوکیومتری در واکنش و فرمول تجربی**





$$\begin{aligned} & ۴,۶۶\text{gr BaSO}_4(s) \times \frac{۱\text{mol BaSO}_4}{۲۳۳,۳۳\text{gr BaSO}_4} \times \frac{۱\text{mol BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}}{۱\text{mol BaSO}_4} \\ & \times \frac{(۲۰۸,۳۳ + ۱۸n)\text{gr BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}}{۱\text{mol BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}} \\ & = ۴,۸۸\text{gr BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n = ۲ \end{aligned}$$

گزینه «ب» صحیح است.

#### ۴۹ استوکیومتری در محلول

$$\begin{aligned} & ۲۰\text{ml Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰۳\text{ml}} \times \frac{۰,۱\text{mol Na}_2\text{SO}_4}{۱\text{lit Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{۱\text{mol SO}_4^{۲-}}{۱\text{mol Na}_2\text{SO}_4} \\ & = ۰,۰۰۲\text{mol SO}_4^{۲-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & ۸۰\text{ml Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰۳\text{ml}} \times \frac{۰,۱\text{mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{۱\text{lit Al}_2(\text{SO}_4)_3} \times \frac{۳\text{mol SO}_4^{۲-}}{۱\text{mol Al}_2(\text{SO}_4)_3} \\ & = ۰,۰۲۴\text{mol SO}_4^{۲-} \end{aligned}$$

$$C_M(\text{SO}_4^{۲-}) = \frac{\text{mol SO}_4^{۲-}}{V(\text{lit})} = \frac{(۰,۰۲۴ + ۰,۰۰۲)\text{mol SO}_4^{۲-}}{۱۰۰\text{ml} \times \frac{۱\text{lit}}{۱۰۳\text{ml}}} = ۰,۲۶\text{mol / lit}$$

گزینه «ج» صحیح است.

#### ۵۰ مولاریته

فرض: محلول حاوی ۱kg H<sub>2</sub>O را در نظر می‌گیریم:

$$۱\text{kg H}_2\text{O} \times \frac{۱\text{mol NaOH}}{۱\text{kg H}_2\text{O}} = ۱\text{mol NaOH}$$

جرم این محلول ۱kg H<sub>2</sub>O + ۱mol NaOH = ۱۰۴۰gr.

$$۱۰۴۰\text{gr محلول} \times \frac{۱\text{cm}^3\text{ محلول}}{۱,۱۸۹\text{gr محلول}} \times \frac{۱۰^{-۳}\text{lit محلول}}{۱\text{cm}^3\text{ محلول}} = ۰,۸۷۴۶۸۵\text{lit}$$

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

گزینه «ب» صحیح است.

#### ۵۱ درصد جرمی

$$\begin{cases} ۱۰۰\text{gr NaNO}_3\ ۲۰\% \text{ محلول} \\ x\text{gr NaNO}_3\ ۳۰\% \text{ محلول} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} (۱۰۰ + x)\text{gr NaNO}_3\ ۲۶\% \text{ محلول} \end{cases}$$



$$۱۰۰\text{ gr NaNO}_3 \times \frac{۲\text{ gr NaNO}_3}{۱۰۰\text{ gr NaNO}_3} = ۲\text{ gr NaNO}_3$$

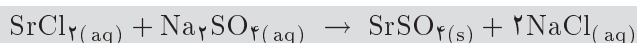
$$x\text{ gr NaNO}_3 \times \frac{۳\text{ gr NaNO}_3}{۱۰۰\text{ gr NaNO}_3} = ۰٫۳x\text{ gr NaNO}_3$$

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

$$\rightarrow x = ۱۵\text{ gr NaNO}_3 \text{ } ۳\% \text{ محلول}$$

گزینه «الف» صحیح است.

### ۵۲ استوکیومتری در واکنش‌های آبی (واکنشگر محدودکننده - اضافی)



فرض  $\text{SrCl}_2$  محدودکننده

$$\begin{aligned} ۵۰۰\text{ ml SrCl}_2 \text{ محلول} &\times \frac{۱\text{ lit}}{۱۰^۳\text{ ml}} \times \frac{۸\text{ gr SrCl}_2}{۱\text{ lit SrCl}_2 \text{ محلول}} \times \frac{۱\text{ mol SrCl}_2}{۱۵۸٫۷۱\text{ gr SrCl}_2} \\ &\times \frac{۱\text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{۱\text{ mol SrCl}_2} \times \frac{۱\text{ lit Na}_2\text{SO}_4 \text{ محلول}}{۰٫۲\text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{۱۰^۳\text{ ml Na}_2\text{SO}_4}{۱\text{ lit Na}_2\text{SO}_4} \\ &= ۱۲۶۰٫۳\text{ ml Na}_2\text{SO}_4 > ۳۰۰\text{ ml} \end{aligned}$$

بنابراین فرض غلط است و  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  محدودکننده است.

$$\begin{aligned} ۳۰۰\text{ ml Na}_2\text{SO}_4 \text{ محلول} &\times \frac{۱\text{ lit}}{۱۰^۳\text{ ml}} \times \frac{۰٫۲\text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{۱\text{ lit Na}_2\text{SO}_4 \text{ محلول}} \\ &\times \frac{۱\text{ mol SrSO}_4}{۱\text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{۱۸۳٫۷۱\text{ gr SrSO}_4}{۱\text{ mol SrSO}_4} = ۱۱٫۰۲۳\text{ gr SrSO}_4 \end{aligned}$$

گزینه «الف» صحیح است.

### ۵۳ قابلیت انحلال

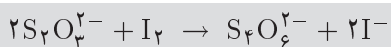
قابلیت انحلال برابر با مقدار گرم ماده حل‌شونده در  $۱۰۰\text{ gr}$  حلال است.

$$\begin{aligned} ۱۰۰\text{ gr محلول} &\times \frac{۹\text{ gr ZnSO}_4}{۱۰۹\text{ gr محلول}} \times \frac{۱\text{ mol ZnSO}_4}{۱۶۱\text{ gr ZnSO}_4} \times \frac{۱\text{ mol ZnSO}_4 \cdot ۷\text{H}_2\text{O}}{۱\text{ mol ZnSO}_4} \\ &\times \frac{۲۸۷\text{ gr ZnSO}_4 \cdot ۷\text{H}_2\text{O}}{۱\text{ mol ZnSO}_4 \cdot ۷\text{H}_2\text{O}} = ۱۴٫۷۱۸\text{ gr ZnSO}_4 \cdot ۷\text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

گزینه «ج» صحیح است.

استوکیومتری در محلول ۵۴

$$\begin{aligned}
 & 300 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ محلول} \times \frac{1 \text{ lit}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{0.5 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ lit محلول}} \\
 & \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{248 \text{ gr Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \\
 & = 37.2 \text{ gr Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 & 300 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \frac{0.5 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1000 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \\
 & \times \frac{1 \text{ mol I}_2}{2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}} \times \frac{254 \text{ gr I}_2}{1 \text{ mol I}_2} = 19.5 \text{ gr I}_2
 \end{aligned}$$

گزینه «الف» صحیح است.

استوکیومتری در محلول ۵۵



$$\begin{aligned}
 & 60 \text{ ml HCl محلول} \times \frac{0.2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ lit HCl محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{1}{50 \text{ ml Na}_2\text{CO}_3 \text{ محلول}} \\
 & = 0.12 \text{ mol / lit Na}_2\text{CO}_3
 \end{aligned}$$

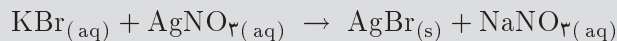
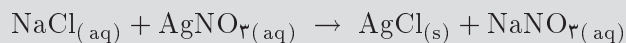


$$\begin{aligned}
 & 100 \text{ ml Na}_2\text{CO}_3 \text{ محلول} \times \frac{0.12 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1000 \text{ ml Na}_2\text{CO}_3} \\
 & \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{100.08 \text{ gr CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 12 \text{ gr CaCO}_3
 \end{aligned}$$

گزینه «ب» صحیح است.

استوکیومتری و درصد جرمی ۵۶

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



$$۲۸,۸ \text{ ml AgNO}_3 \text{ محلول} \times \frac{۰,۱۰۶ \text{ mol AgNO}_3}{۱۰۳ \text{ ml AgNO}_3 \text{ محلول}}$$

$$= ۳,۰۵۲۸ \times ۱۰^{-۳} \text{ mol AgNO}_3_{(aq)}$$

$$\left. \begin{aligned} x \text{ mol NaCl} \times \frac{۱ \text{ mol Cl}^-}{۱ \text{ mol NaCl}} \times \frac{۱ \text{ mol Ag}^+}{۱ \text{ mol Cl}^-} &= x \text{ mol Ag}^+ \\ y \text{ mol KBr} \times \frac{۱ \text{ mol Br}^-}{۱ \text{ mol KBr}} \times \frac{۱ \text{ mol Ag}^+}{۱ \text{ mol Br}^-} &= y \text{ mol Ag}^+ \end{aligned} \right\}$$

$$x + y = ۳,۰۵۲۸ \times ۱۰^{-۳}$$

جرم مخلوط اولیه

$$(۵۸,۵x) \text{ gr NaCl} + (۱۱۹y) \text{ gr KBr} = ۰,۳۰۳ \text{ gr}$$

$$\left\{ \begin{aligned} ۵۸,۵x + ۱۱۹y &= ۰,۳۰۳ \\ x + y &= ۳,۰۵۲۸ \times ۱۰^{-۳} \end{aligned} \right. \rightarrow \begin{aligned} x &= ۹,۹۶۴ \times ۱۰^{-۴} \text{ mol NaCl} \\ y &= ۲,۰۵۶ \times ۱۰^{-۳} \text{ mol KBr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Br}^- \text{ درصد جرمی} &: ۲,۰۵۶ \times ۱۰^{-۳} \text{ mol KBr} \times \frac{۱ \text{ mol Br}^-}{۱ \text{ mol KBr}} \\ &\times \frac{۸۰ \text{ gr Br}^-}{۱ \text{ mol Br}^-} \times \frac{۱۰۰}{۰,۳۰۳ \text{ gr مخلوط اولیه}} = ۵۴,۲۸\% \end{aligned}$$

گزینۀ «ج» صحیح است.

غلظت ۵۷

$$\begin{aligned} ۱ \text{ mg H}_2\text{SO}_4 \text{ محلول} \times \frac{۱ \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{۱۰۹۸ \text{ gr H}_2\text{SO}_4 \text{ محلول}} \times \frac{۹۸ \text{ gr H}_2\text{SO}_4}{۱ \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \\ = ۰,۰۰۹ \text{ mg H}_2\text{SO}_4 \end{aligned}$$

گزینۀ «الف» صحیح است.

درصد جرمی ۵۸

$$\text{مول حل شونده} : \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{حلال}} \text{ تعریف مولال}$$

$$۱۰۰۰ \text{ g H}_2\text{O} + ۱۱,۴ \text{ mol HBr} \times ۸۱ \text{ gr /mol HBr} = ۱۹۲۳,۴ \text{ gr محلول}$$

$$11,4 \text{ mol HBr} \times \frac{81 \text{ gr HBr}}{1 \text{ mol HBr}} \times \frac{100}{1923,4 \text{ gr محلول}} = 48,0\%$$

گزینه «الف» صحیح است.

**۵۹ تبدیل غلظت‌ها**

فرض:  $100 \text{ gr A}$  محلول  $(98\% \text{H}_2\text{SO}_4)$  را می‌خواهیم به محلول  $1 \text{ m H}_2\text{SO}_4$  تبدیل می‌کنیم.

$$100 \text{ gr A محلول} \times \frac{98 \text{ gr H}_2\text{SO}_4}{100 \text{ gr A محلول}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ gr H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ kg H}_2\text{O}}{1000 \text{ gr H}_2\text{O}}$$

$$= 10 \text{ kg H}_2\text{O}$$

$$100 \text{ gr A محلول} \times \frac{2 \text{ gr H}_2\text{O}}{100 \text{ gr A محلول}} = 2 \text{ gr H}_2\text{O}$$

در محلول A اولیه وجود دارد.

$$10000 \text{ gr H}_2\text{O} - 2 \text{ gr H}_2\text{O} = 9998 \text{ gr H}_2\text{O}$$

باید افزوده شود.

$$1 \text{ gr A محلول} \times \frac{9998 \text{ gr H}_2\text{O}}{100 \text{ gr A محلول}}$$

$$= 99,98 \text{ gr H}_2\text{O}$$

باید افزوده شود.

گزینه «ب» صحیح است.

**۶۰ غلظت‌ها**

$$250 \text{ gr محلول} \times \frac{12 \text{ gr BaCl}_2}{100 \text{ gr محلول}} \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{208 \text{ gr BaCl}_2}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol BaCl}_2} \times \frac{244 \text{ gr BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}}$$

$$= 35,19 \text{ gr BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$$

گزینه «ب» صحیح است.

**۶۱ استوکیومتری در محلول**

$$300 \text{ ml HCl محلول} \times \frac{10,4 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ ml HCl محلول}} \times \frac{36,5 \text{ gr HCl}}{1 \text{ mol HCl}}$$

$$\times \frac{100 \text{ gr محلول غلیظ}}{37 \text{ gr HCl}} \times \frac{1 \text{ ml محلول غلیظ}}{1,18 \text{ gr محلول غلیظ}}$$

$$= 107,32 \text{ ml HCl محلول غلیظ}$$

گزینه «ب» صحیح است.