



حل

مسائل برگزیده شیمی



انتشارات



مؤلف: سمیرا میرشی

در اوایل دهه‌ی ۸۰ که اوج هنرنمایی ناشران کتب کمک 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 خلاً 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 اندک دانش‌آموزان قرار گرفت. در ادامه برای دانش‌آموزان ممتاز و تیزهوش دبیرستان و پیش‌دانشگاهی کتب کمک 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 به صرفه نمی‌باشد، به همین دلیل عمده‌ی ناشرین از نشر کتب برای این افراد همت چندانی نمی‌کنند اما با توجه به سیاست این انتشارات مایه‌ی مباحثات است صرف نظر 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

۱	محاسبات شیمیایی (استوکیومتری)	فصل ۱
۵۹	گازها	فصل ۲
۹۳	گرما شیمی و ترمودینامیک	فصل ۳
۱۲۵	ساختار اتم و تناوب خواص در عناصر	فصل ۴
۱۷۱	پیوندهای شیمیایی و شکل هندسی مولکول‌ها	فصل ۵
۲۲۱	مایعات، جامدات و مخلوط‌ها	فصل ۶
۲۵۳	آشنایی با مواد آلی	فصل ۷



## محاسبات شیمیایی (استوکیومتری)



### ۱ فرمول تجربی

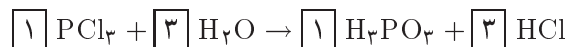
فرض: ۱۰۰ gr نمونه

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Na} : 22,5 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{23 \text{ gr}}} 0,978 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,978}} 1 \xrightarrow{\times 2} 2 \\ \text{B} : 21,5 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{11 \text{ gr}}} 1,954 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,978}} 2 \xrightarrow{\times 2} 4 \\ \text{O} : 55,7 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 3,48 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,978}} 3,5 \xrightarrow{\times 2} 7 \end{array} \right\} \rightarrow \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$$

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).

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

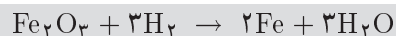
**توجه** از آن جا که  $H_3PO_3$  و  $HCl$  هر دو اسید هستند، بنابراین مجموع مول‌های هر دو آنها پاسخ مسأله است.

**توجه**  $H_3PO_3$  اسید ضعیف دوظرفیتی و  $HCl$  اسید قوی تک‌ظرفیتی 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 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.

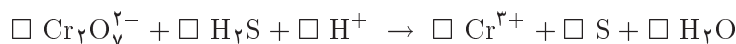


در این حالت محاسبه درصد جرمی نیتروژن برای دو ترکیب  $CH_4N_2O$  و  $C_6H_5N$  کافیهست.

گزینه «ب» صحیح است.

### ۵ استوکیومتری در واکنش اکسایش - کاهش

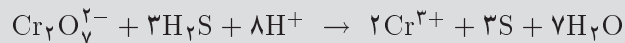
مرحله اول: نوشتن واکنش و موازنه آن  
در واکنش‌های اکسایش - کاهش می‌شود که در حضور یک اسید قوی مانند  $\text{H}_2\text{SO}_4$  انجام می‌پذیرد یک عنصر کاهش‌یافته و عنصر دیگر اکسید شده می‌شود. واکنش دهنده‌های این واکنش دی‌کرومات، سولفوریک اسید، یون پروتون و فرآورده‌های آن کروم III، گوگرد و آب می‌باشد. یون 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.



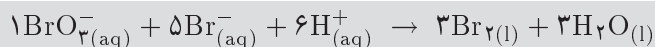
مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل

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

گزینه «ب» صحیح است.

### ۶ استوکیومتری در واکنش‌های اکسایش - کاهش

مرحله اول: نوشتن واکنش و موازنه آن



مرحله دوم: نوشتن ضرایب تبدیل

$$0.1 \text{ mol Br}_2 \times \frac{5 \text{ mol Br}^-}{3 \text{ mol Br}_2} = 0.167 \text{ mol Br}^-$$

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

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

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.

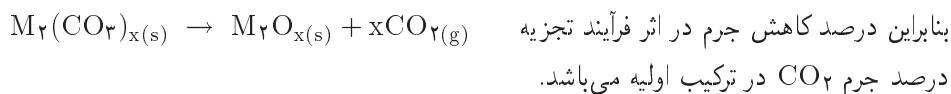
گزینه «الف» صحیح است.





### ۱۳ واکنش تجزیه

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



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

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

با توجه به گزینه‌ها

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

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

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

گزینه «الف» صحیح است.

### ۱۴ ضریب تبدیل

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

گزینه «ج» صحیح است.

### ۱۵ درصد جرمی

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

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

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

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

گزینه «ج» صحیح است.

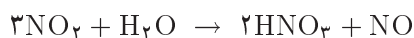
### ۱۶ فرمول مولکولی

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

$$= ۰٫۱۴ \text{ gr N}$$

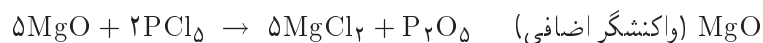
$$\rightarrow x = ۱ \quad \rightarrow N_x O_y = \begin{cases} \text{NO} \\ \text{NO}_2 \end{cases}$$

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)

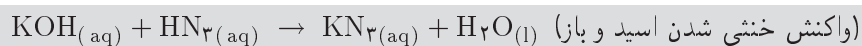
کلرید دوم:

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.

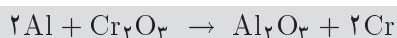
۲۳ تبدیل جرم به مول

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

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

گزینه «الف» صحیح است.

### ۲۴ محاسبه بازده واکنش



مرحله اول: تعیین واکنشگر محدودکننده

فرض Al محدودکننده است.

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

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

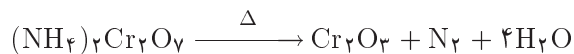
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{U} : 2,5 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{238 \text{ gr}}} 0,0105 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{0,0105}} 1 \xrightarrow{\times 3} 3 \\ \text{O} : (2,949 - 2,5) \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 0,028 \text{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

فرمول تجربی:  $\text{U}_3\text{O}_8$

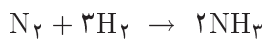
گزینه «د» صحیح است.

**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

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ce : } 37.7 \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{140.1 \text{ gr}}} 0.269 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{37.7}} 1 \\ \text{Cl : } 28.41 \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{35.5 \text{ gr}}} 0.8003 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{28.41}} 2.97 \cong 3 \\ \text{H}_2\text{O : } 33.89 \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ gr}}} 1.8828 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{33.89}} 6.99 \cong 7 \end{array} \right\} \rightarrow \text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

گزینه «د» صحیح است.

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

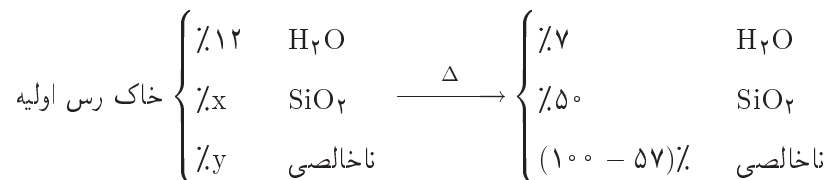
M: جرم ایزوتوپ  $\bar{M}$  X: کسر فراوانی ایزوتوپ  $\bar{M}$

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

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.

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

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

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

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

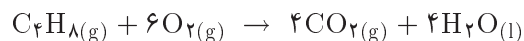
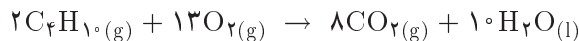
$$\%M = \frac{M}{M + 60} \times 100 = \frac{24.3}{24.3 + 60} \times 100 = 28.82\%$$

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

$$1.04 \text{ gr نمونه خشک نشده } \times \frac{100 \text{ gr نمونه خشک نشده}}{(100 - 5.35) \text{ gr نمونه بی‌آب}} = 10.987 \text{ gr نمونه اولیه}$$

$$0.584 \text{ gr } SiO_2 \times \frac{28 \text{ gr Si}}{60 \text{ gr } SiO_2} \times \frac{100}{10.987 \text{ gr نمونه اولیه}} = 24.8\%$$

گزینه «الف» صحیح است.

۳۸ درصد جرمی

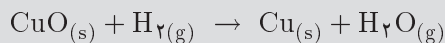
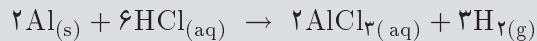




$$\begin{aligned} & 0,163 \text{ gr } \text{U}_3\text{O}_8 \times \frac{1 \text{ mol } \text{U}_3\text{O}_8}{842 \text{ gr } \text{U}_3\text{O}_8} \times \frac{3 \text{ mol } \text{U}}{1 \text{ mol } \text{U}_3\text{O}_8} \times \frac{1 \text{ mol } \text{کارنوتیت}}{2 \text{ mol } \text{U}} \\ & \times \frac{934 \text{ gr } \text{کارنوتیت}}{1 \text{ mol } \text{کارنوتیت}} \times \frac{100}{0,434 \text{ gr } \text{نمونه}} = 62,5\% \text{ کارنوتیت} \end{aligned}$$

گزینه «الف» صحیح است.

### ۳۹ استوکیومتری در واکنش‌های متوالی



$$\begin{aligned} & 41,6 \text{ gr } \text{Al} \times \frac{1 \text{ mol } \text{Al}}{27 \text{ gr } \text{Al}} \times \frac{3 \text{ mol } \text{H}_2}{2 \text{ mol } \text{Al}} \times \frac{1 \text{ mol } \text{CuO}}{1 \text{ mol } \text{H}_2} \\ & \times \frac{1 \text{ mol } \text{Cu}}{1 \text{ mol } \text{CuO}} \times \frac{63,5 \text{ gr } \text{Cu}}{1 \text{ mol } \text{Cu}} = 146,75 \text{ gr } \text{Cu} \end{aligned}$$

گزینه «ب» صحیح است.

### ۴۰ فرمول تجربی

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

$$(2,5 - 1,6) \text{ gr } \text{H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{18 \text{ gr } \text{H}_2\text{O}} = 0,05 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$$

$$1 \text{ mol } \text{نمک بی‌آب}} \times \frac{0,05 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{0,01 \text{ mol } \text{نمک بی‌آب}} = 5 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}$$

گزینه «ب» صحیح است.

### ۴۱ فرمول تجربی

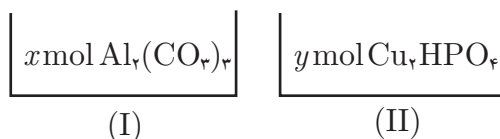
$$100 \text{ gr } \text{نمونه}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Na} : 59 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{23 \text{ gr}}} 2,56 \text{ mol} \xrightarrow{\times \frac{1}{2,56 \text{ mol}}} 1 \\ \text{O} : 41 \text{ gr} \xrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gr}}} 2,56 \text{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

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.

$$M_{(\text{Na}_2\text{O}_2)} = 78 \text{ gr } / \text{mol} \leftarrow \text{Na}_2\text{O}_2$$

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

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

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

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

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

$\rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$

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  $100 \text{ gr}$  ترکیب اول  $\text{XCl}_2$ :

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

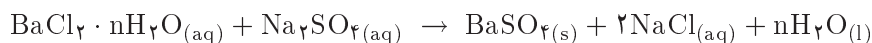
$\rightarrow M = 47,96 \text{ gr/mol}$

فرض  $100 \text{ gr}$  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

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



$$۱۰۰\text{ gr NaNO}_3 \times \frac{۲۰\text{ gr NaNO}_3}{۱۰۰\text{ gr NaNO}_3} = ۲۰\text{ gr NaNO}_3$$

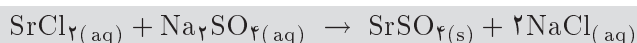
$$x\text{ gr NaNO}_3 \times \frac{۳۰\text{ gr NaNO}_3}{۱۰۰\text{ gr NaNO}_3} = ۰٫۳x\text{ gr NaNO}_3$$

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

$$\rightarrow x = ۱۵۰\text{ gr NaNO}_3 \text{ } ۳۰\% \text{ محلول}$$

گزینه «الف» صحیح است.

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



فرض  $\text{SrCl}_2$  محدودکننده

$$\begin{aligned} ۵۰۰\text{ ml SrCl}_2 \text{ محلول} &\times \frac{۱\text{ lit}}{۱۰^۳\text{ ml}} \times \frac{۸۰\text{ gr SrCl}_2}{۱\text{ lit SrCl}_2 \text{ محلول}} \times \frac{۱\text{ mol SrCl}_2}{۱۵۸٫۷۱\text{ gr SrCl}_2} \\ &\times \frac{۱\text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{۱\text{ mol SrCl}_2} \times \frac{۱\text{ lit Na}_2\text{SO}_4 \text{ محلول}}{۰٫۲\text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{۱۰^۳\text{ ml Na}_2\text{SO}_4}{۱\text{ lit Na}_2\text{SO}_4} \\ &= ۱۲۶۰٫۳\text{ ml Na}_2\text{SO}_4 > ۳۰۰\text{ ml} \end{aligned}$$

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

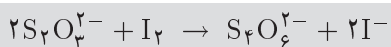
قابلیت انحلال برابر با مقدار گرم ماده حل‌شونده در  $۱۰۰\text{ gr}$  حلال است.

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

گزینه «ج» صحیح است.

۵۴ استوکیومتری در محلول

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



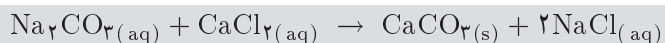
$$\begin{aligned}
 & 300 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \frac{0.5 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1000 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \\
 & \times \frac{1 \text{ mol I}_2}{2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}}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

گزینه «الف» صحیح است.

۵۵ استوکیومتری در محلول



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

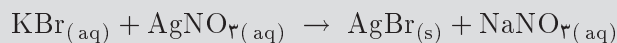
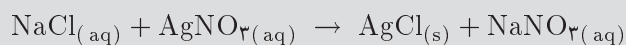


$$\begin{aligned}
 & 100 \text{ ml Na}_2\text{CO}_3 \text{ محلول} \times \frac{0.12 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1000 \text{ ml Na}_2\text{CO}_3} \\
 & \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{100.08 \text{ gr CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 12 \text{ gr CaCO}_3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

گزینه «ب» صحیح است.

۵۶ استوکیومتری و درصد جرمی

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

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

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

$$\text{Br}^- \text{ درصد جرمی} : ۲,۰۵۶ \times ۱۰^{-۳} \text{ mol KBr} \times \frac{۱ \text{ mol Br}^-}{۱ \text{ mol KBr}} \\ \times \frac{۸ \text{ gr Br}^-}{۱ \text{ mol Br}^-} \times \frac{۱۰۰}{۰,۳۰۳ \text{ gr مخلوط اولیه}} = ۵۴,۲۸\%$$

گزینۀ «ج» صحیح است.

غلظت ۵۷

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

گزینۀ «الف» صحیح است.

درصد جرمی ۵۸

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

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

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

گزینه «الف» صحیح است.

**۵۹** تبدیل غلظت‌ها

فرض:  $100 \text{ gr}$  محلول A ( $98\% \text{H}_2\text{SO}_4$ ) 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.