

شیمی عمومی

مایعات و جامدات



فرمول

سه نوع فرمول داریم:

فرمول مولکولی 

فرمول ساختاری 

فرمول تجربی 



فرمول مولکولی

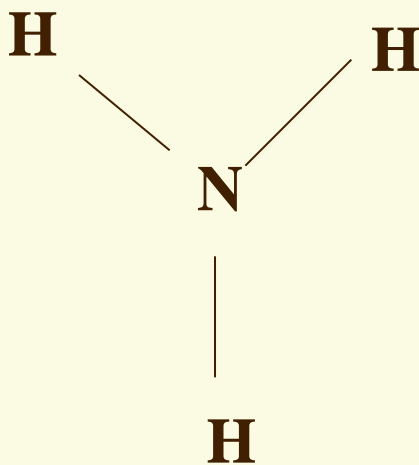
بیانگر عده و نوع اتم‌ها است ولی در مورد نحوه اتصال صحبت نمی‌کند






فرمول ساختاری

نحوه اتصال را بیان نموده ولی آرایش اتم ها را در فضا در نظر نمی گیرد.





فرمول تجربی

ساده ترین نسبت صحیح اتم ها را در یک ماده مرکب نشان می دهد. 

فرمول مولکولی

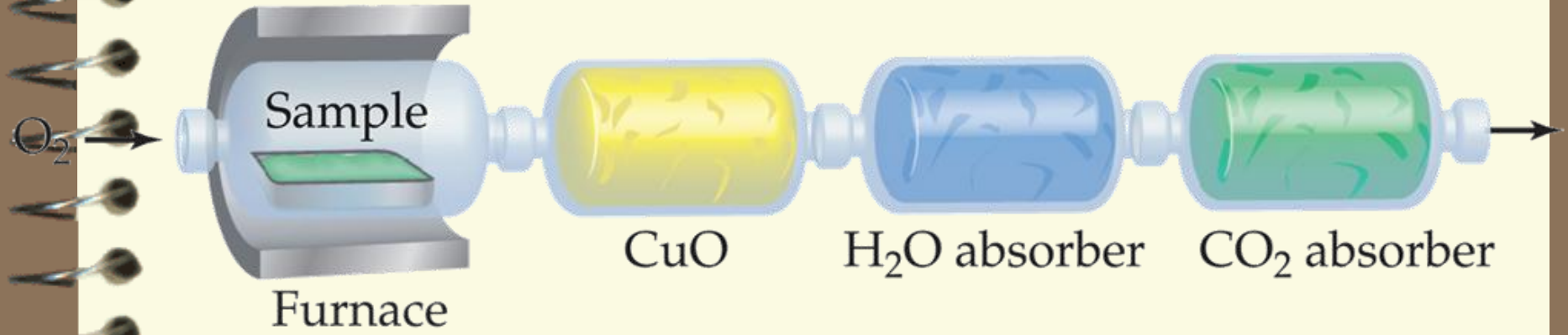


فرمول تجربی





تعیین فرمول تجربی





تعیین فرمول تجربی

- ۱- ابتدا تعداد مول هر عنصر تعیین می گردد.
- ۲- چون فرمول تجربی ساده ترین نسبت مولی اتمی ها را نمایش می دهد. تعداد مول های حاصل (مرحله ۱) را در صورتیکه اعداد کامل و صحیحی نباشند ، به کوچکترین عدد تقسیم می کنیم .
- ۳- اگر عدد بدست آمده در مرحله (۲) باز هم کامل نباشد، در عدد صحیح و ساده ای ضرب کرده تا به عدد صحیح کوچکی تبدیل گردد.



ترکیب آمینوبنزویک اسید از ۶۱/۳۱٪ کربن، ۵/۱۴٪ هیدروژن،

۱۰/۲۱٪ نیتروژن و ۲۳/۳۳٪ اکسیژن تشکیل شده است فرمول

تجربی آن را تعیین نمایید

فرض می کنیم ۱۰۰/۰۰ گرم آمینوبنزویک اسید داریم

$$\text{C: } 61.31 \text{ g x } = 5.105 \text{ mol C}$$

$$\text{H: } 5.14 \text{ g x } = 5.09 \text{ mol H}$$

$$\text{N: } 10.21 \text{ g x } = 0.7288 \text{ mol N}$$

$$\text{O: } 23.33 \text{ g x } = 1.456 \text{ mol O}$$

$$= 1.456 \text{ mol O}$$



$$\text{C: } \frac{\cancel{5.105 \text{ mol}}}{\cancel{0.7288 \text{ mol}}} = 7.005 \approx 7$$

$$\text{H: } \frac{\cancel{5.09 \text{ mol}}}{\cancel{0.7288 \text{ mol}}} = 6.984 \approx 7$$

$$\text{N: } \frac{\cancel{0.7288 \text{ mol}}}{\cancel{0.7288 \text{ mol}}} = 1.000$$
$$\frac{\cancel{1.458 \text{ mol}}}{\cancel{0.7288 \text{ mol}}}$$

$$\text{O: } = 2.001 \approx 2$$



ترکیبی حاوی $13/5$ گرم کلسیم، $10/8$ گرم اکسیژن و $0/675$ گرم هیدروژن است. فرمول تجربی آن را تعیین نمایید.

13.5 g Ca

10.8 g O

0.675 g H

$$13.5 \cancel{\text{g Ca}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40.1 \cancel{\text{g Ca}}} = 0.337 \text{ mol Ca}$$

$$10.8 \cancel{\text{g O}} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \cancel{\text{g O}}} = 0.675 \text{ mol O}$$

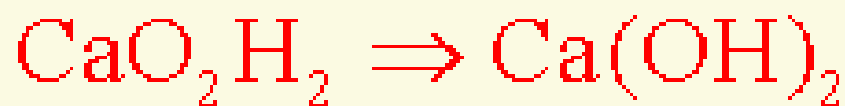
$$0.675 \cancel{\text{g H}} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.01 \cancel{\text{g H}}} = 0.668 \text{ mol H}$$



$$13.5 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40.1 \text{ g Ca}} = \frac{0.337}{0.337} \text{ mol Ca} \Rightarrow 1.00$$

$$10.8 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g O}} = \frac{0.675}{0.337} \text{ mol O} \Rightarrow 2.00$$

$$0.675 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.01 \text{ g H}} = \frac{0.668}{0.337} \text{ mol H} \Rightarrow 1.98 \approx 2.00$$





ترکیبی ۵۷/۱۴٪ کربن، ۶/۶٪ هیدروژن، ۲۷/۱۸٪ نیتروژن و ۲۷/۱۸٪ اکسیژن تشکیل شده است فرمول تجربی آن را تعیین نماید

$$57.14 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.0 \text{ g C}} = 4.76 \text{ mol C}$$

$$6.16 \text{ g H}$$

$$6.16 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.01 \text{ g H}} = 6.10 \text{ mol H}$$

$$9.52 \text{ g N}$$

$$9.52 \text{ g N} \times \frac{1 \text{ mol N}}{14.0 \text{ g N}} = 0.68 \text{ mol N}$$

$$27.18 \text{ g O}$$

$$27.18 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g O}} = 1.70 \text{ mol O}$$



$$57.14 \text{ g } \cancel{\text{C}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.0 \text{ g } \cancel{\text{C}}} = \frac{4.76}{0.68} \text{ mol C} \Rightarrow 7(2) = 14$$

$$6.16 \text{ g } \cancel{\text{H}} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.01 \text{ g } \cancel{\text{H}}} = \frac{6.10}{0.68} \text{ mol H} \Rightarrow 8.97 \approx 9(2) = 18$$

$$9.52 \text{ g } \cancel{\text{N}} \times \frac{1 \text{ mol N}}{14.0 \text{ g } \cancel{\text{N}}} = \frac{0.68}{0.68} \text{ mol N} \Rightarrow 1(2) = 2$$

$$27.18 \text{ g } \cancel{\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g } \cancel{\text{O}}} = \frac{1.70}{0.68} \text{ mol O} \Rightarrow 2.5(2) = 5$$

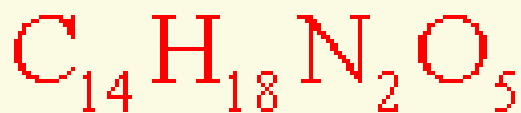
Empirical formula = $\boxed{\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5}$



$$C_{14}H_{18}N_2O_5 = 14(12.0g) + 18(1.01g) + 2(14.0g) + 5(16.0g) = 294 \text{ g/mol}$$

from P.T. \rightarrow C H N O

$$\frac{\text{molar mass}}{\text{empirical formula}} = \frac{294.30 \text{ g/mol}}{294 \text{ g/mol}} \approx 1$$





ویتامین C حاوی ۴۰/۹۲٪ کربن، ۴/۵۸٪ هیدروژن و بقیه اکسیژن تشکیل شده است فرمول تجربی آن را تعیین نمایید.

40.92 g C, 4.58 g H, and 54.50 g O.

$$\text{Moles C} = (40.92 \text{ g C}) \left(\frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} \right) = 3.407 \text{ mol C}$$

$$\text{Moles H} = (4.58 \text{ g H}) \left(\frac{1 \text{ mol H}}{1.008 \text{ g H}} \right) = 4.54 \text{ mol H}$$


$$\text{Moles O} = (54.50 \text{ g O}) \left(\frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} \right) = 3.406 \text{ mol O}$$


$$\text{C: } \frac{3.407}{3.406} = 1.000 \quad \text{H: } \frac{4.54}{3.406} = 1.33 \quad \text{O: } \frac{3.406}{3.406} = 1.000$$



تمرین: 

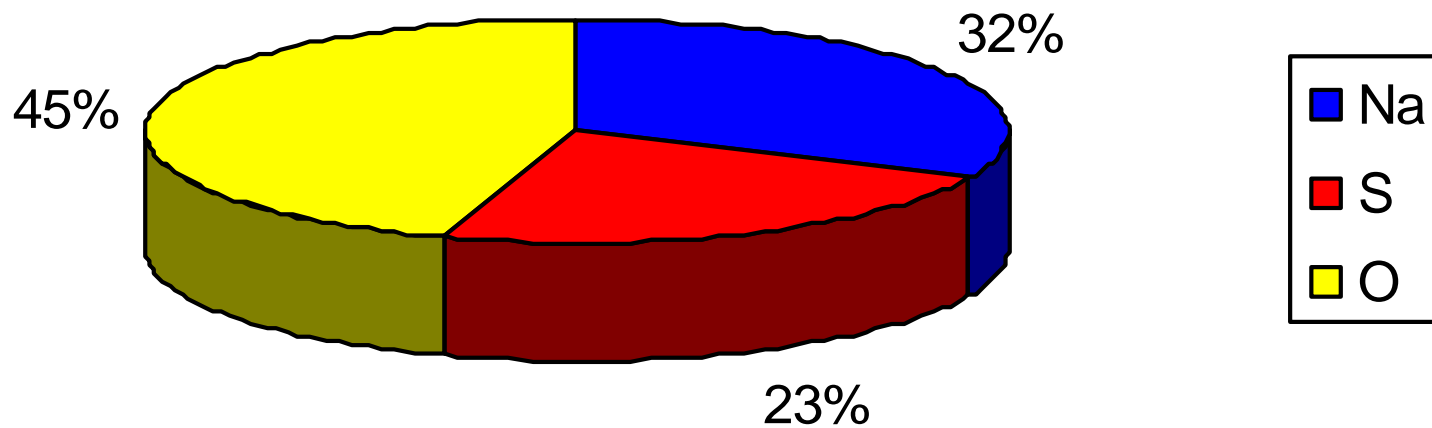
فرمول تجربی ماده مرکبی شامل $43/6\%$ فسفر و $56/4\%$ اکسیژن را حساب کنید؟

نمونه ای به جرم $56/4$ گرم از یک ماده مرکب حاوی کروم و کلر می باشد. 

در تجزیه این ماده کلر به کلرید نقره تبدیل می شود که مقدار $56/4$ گرم کلرید نقره برای این نمونه بدست آمده است. فرمول تجربی این ماده چیست؟ 



Percent Composition of sodium sulfate



Calculate the percent by weight of each element present in sodium sulfate (Na_2SO_4):

Calculate the molecular mass (MM):

$$(2 \times 22.99) + 32.06 + (4 \times 16.00) = 142.04 \text{ g/mol}$$

Calculate the percent by weight of Na in Na_2SO_4 :

$$\begin{aligned} \% \text{Na} &= (\text{mass Na} \div \text{MM}) \times 100 \\ &= (2 \times 22.99 \div 142.04) \times 100 = \mathbf{32.37\% \text{ Na}} \end{aligned}$$

Calculate the percent by weight of S present:

$$\begin{aligned} \% \text{S} &= (\text{mass S} \div \text{MM}) \times 100 \\ &= (32.06 \div 142.04) \times 100 = \mathbf{22.57\% \text{ S}} \end{aligned}$$

Calculate the percent by weight of O present:

$$\begin{aligned} \% \text{O} &= (\text{mass O} \div \text{MM}) \times 100 \\ &= (4 \times 16.00 \div 142.04) \times 100 = \mathbf{45.06\% \text{ O}} \end{aligned}$$



فرمول تجربی ترکیبی با $81/82\%$ کربن و $18/18\%$ هیدروژن را تعیین نمایید.

ترکیب اسید آلی با جرم $118/1 \text{ g/mol}$ در آنالیز عنصری $40/68\%$ کربن، $54/24\%$ نیتروژن و $5/08\%$ هیدروژن نشان می دهد. فرمول تجربی و مولکولی آن را تعیین نمایید.

ترکیبی با جرم $58/12 \text{ g/mol}$ و ترکیب در صد $49/98 \text{ g}$ کربن و $10/47$ هیدروژن را دارای چه فرمول مولکولی می باشد.