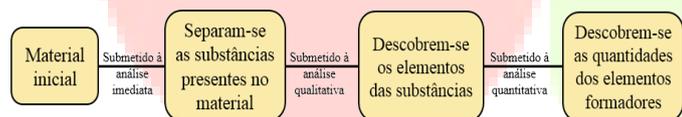


Discente: \_\_\_\_\_

### 1 Determinação de fórmulas

Quando um químico se depara com um material desconhecido, ele procura, através de diversas técnicas físicas e químicas, encontrar a composição desse material.



Um químico pode determinar 3 tipos de fórmula para uma substância:

- Fórmula mínima;
- Fórmula percentual;
- Fórmula molecular.

#### 1.1 Mínima ou empírica

Indica os elementos que formam a substância e a proporção em números de átomos ou mols desses elementos expressa em **números inteiros** e **menores possíveis**.

A determinação da fórmula mínima de uma substância pode ser feita de duas maneiras:

#### I. A partir das massas dos elementos que se combinam para formar a substância.

7,5 de uma substância x

carbono: 3,0 g	$C = \frac{3,0}{12} = 0,25 ; 0,25 = 1$	fórmula mínima : CH <sub>2</sub> O
hidrogênio: 0,5 g	$H = \frac{0,5}{1} = 0,5 ; 0,25 = 2$	
oxigênio: 4,0 g	$O = \frac{4,0}{16} = 0,25 ; 0,25 = 1$	

Após o cálculo da quantidade em mols, como não conseguimos os menores números inteiros possíveis, dividimos todos os números pelo menor deles.

**Observação** – Caso ainda não seja conseguida a sequência de números inteiros, devemos multiplicar todos os números por um mesmo valor.

#### II. A partir da composição centesimal

substância x

C = 40% em massa
H = 6,7% em massa
O = 53,3% em massa

Concluimos que em 100 g da substância x encontramos: 40 g de carbono, 6,7 g de hidrogênio e 53,3 g de oxigênio.

O cálculo da fórmula mínima deve ser feito da seguinte maneira:

$C = \frac{40}{12} = 3,33 ; 3,33 = 1$	fórmula mínima : CH <sub>2</sub> O
$H = \frac{6,7}{1} = 6,7 ; 3,33 = 2$	
$O = \frac{53,3}{16} = 3,33 ; 3,33 = 1$	

### 1.2 Porcentual ou centesimal

Para obter a fórmula percentual, basta calcular a composição centesimal dos elementos formadores, ou seja, descobrir as percentagens em massa de cada elemento.

Substância X	Elementos Formadores			Fórmula percentual
	Carbono	Hidrogênio	Oxigênio	
7,5 contém logo, 100 g conteraão	3 g	0,5 g	4,0 g	X = 40% de carbono Y = 6,7% de hidrogênio Z = 53,3% de oxigênio
	X	Y	Z	C <sub>40%</sub> H <sub>6,7%</sub> O <sub>53,3%</sub>

$$\frac{7,5}{100} = \frac{3,0}{X} = \frac{0,5}{Y} = \frac{4,0}{Z}$$

Uma outra maneira de encontrar a fórmula percentual é através da fórmula molecular. Exemplo: a partir da fórmula molecular do ácido acético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) é possível determinar sua composição centesimal. Deve-se conhecer também as massas atômicas: H = 1; C = 12; O = 16.

$$C_2H_4O_2 \begin{cases} C = 2 \cdot 12 = 24 \\ H = 4 \cdot 1 = 4 \\ O = 2 \cdot 16 = 32 \\ MM = 60 \end{cases}$$

Uma molécula de ácido acético, de massa 60 u, é formada por 24 u de C, 4 u de H e 32 u de O. O cálculo da composição centesimal fica:

60μ → 100%	60μ → 100%	60μ → 100%
24μ → x	4μ → y	32μ → z
x = 40% de carbono	y = 6,67% de hidrogênio	z = 53,33% de oxigênio

Em cada 100 g de ácido acético encontramos 40 g de carbono, 6,67 g de hidrogênio e 53,33 g de oxigênio.

### 1.3 Fórmula Molecular

Indica os elementos e o número de átomos de cada elemento em 1 molécula ou em 1 mol de moléculas de substância.

Para o cálculo da fórmula molecular é necessário que se conheça inicialmente a massa molecular total do composto, e seguir um dos dois caminhos:

I. Partindo da fórmula mínima				II. Partindo da composição centesimal				
Fórmula mínima	Massa molecular	Cálculos	Fórmula molecular	Fórmula percentual	Massa molecular	Cálculos da massa em gramas	Cálculos da quantidade em mols	Fórmula molecular
CH <sub>2</sub> O	180	Considerando-se a fórmula molecular: (CH <sub>2</sub> O) <sub>n</sub> Então: C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> O <sub>n</sub> Somando-se as massas atômicas multiplicadas por n de cada elemento, obtém-se massa molecular 180 12n + 2n + 16n = 180 30n = 180 n = 6	Onde: C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> O <sub>n</sub> para n = 6 ficamos com: C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	C <sub>40%</sub> H <sub>6,7%</sub> O <sub>53,3%</sub>	180	100 g → 40 g de C 180 g → x x = 72 g 100 g → 6,7 g de H 180 g → y y = 12 g 100 g → 53,3 g de O 180 g → z z = 96 g	n = $\frac{72}{12} = 6$ n = $\frac{12}{1} = 12$ n = $\frac{96}{8} = 6$	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>

Bons estudos!



Discente: \_\_\_\_\_

**QUESTÕES**

1- (Puccamp-SP) A análise de uma substância desconhecida revelou a seguinte composição centesimal: 62,1% de carbono, 10,3% de hidrogênio e 27,5% de oxigênio. Pela determinação experimental de sua massa molar, obteve-se o valor 58,0 g/mol. É correto concluir que se trata de um composto orgânico de fórmula molecular: (Massas atômicas: C = 12, H = 1, O = 16)

- a) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>.
- b) CH<sub>6</sub>O<sub>2</sub>.
- c) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
- d) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>.
- e) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O.

2- A fórmula mínima da glicose, do ácido acético, do ácido láctico e do formaldeído é exatamente a mesma: CH<sub>2</sub>O. Sabendo que as suas massas molares são dadas por: 180 g/mol, 60 g/mol, 90 g/mol e 30 g/mol, qual é a fórmula molecular de cada uma dessas substâncias, respectivamente?

- a) C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e CH<sub>2</sub>O.
- b) C<sub>6</sub>H<sub>18</sub>O<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub> e CH<sub>2</sub>O.
- c) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> e CH<sub>2</sub>O.
- d) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e CH<sub>2</sub>O.
- e) CH<sub>2</sub>O, C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>.

3- A glicose é um composto orgânico produzido pelos vegetais por meio do processo de fotossíntese, sendo que, posteriormente, suas moléculas se combinam para gerar a celulose e o amido. A celulose constitui a parede das células e o amido é armazenado em diversos órgãos vegetais. Determine a fórmula percentual da glicose, sendo que na decomposição de 1,8 g foram produzidas: 0,72 g de carbono, 0,12 g de hidrogênio e 0,96 g de oxigênio.

- a) C=40%; H= 6,6%; O= 53,3%.
- b) C=40,6%; H= 6%; O= 50,3%.
- c) C=39%; H= 6,0%; O= 43,3%.
- d) C=40,5%; H= 6,6%; O= 53,8%.
- e) C=43,5%; H= 5,6%; O= 53,8%.

4- Se estivermos gerando hidrogênio da água para ser usado como combustível e precisarmos saber quando será gerada determinada massa de água, qual é a porcentagem de massa do hidrogênio na água?

- a) H= 6,6%
- b) H= 11,6%
- c) H= 11,11%
- d) H= 7,6%
- e) H= 9,6%

5- Ao realizar a preparação de 55,6 g de uma substância sólida e branca, certo químico constatou que precisou combinar 8,28 g de fósforo, com cloro. Determine a fórmula mínima ou empírica desse composto, dadas as massas molares em g/mol: P = 30,97, Cl = 35,46.

- a) P<sub>2</sub>Cl<sub>5</sub>
- b) PCl<sub>4</sub>
- c) P<sub>5</sub>Cl<sub>5</sub>
- d) PCl<sub>5</sub>
- e) P<sub>3</sub>Cl

6 - (UFF-RJ/2007) O esmalte dos dentes contém um mineral chamado hidroxiapatita - Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>OH (M=502g/mol). Os ácidos presentes na boca, ao reagirem com a hidroxiapatita, provocam o desgaste do esmalte, originando as cáries. Atualmente, com o objetivo de prevenção contra as cáries, os dentifrícios apresentam em suas fórmulas o fluoreto de cálcio. Este é capaz de reagir com a hidroxiapatita, produzindo a fluorapatita - Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F (M=504g/mol) - uma substância que adere ao esmalte, dando mais resistência aos ácidos produzidos, quando as bactérias presentes na boca metabolizam os restos de alimentos. Com base nas fórmulas mínimas das duas substâncias, pode-se afirmar que o percentual de fósforo nos compostos é, aproximadamente:

- a) 0,18 %
- b) 0,60 %
- c) 6,00 %
- d) 18,50 %
- e) 74,0 %

7- (Pucpr) Qual a porcentagem mais aproximada de fósforo e nitrogênio no fosfato de amônio [(NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>]?

- (Massas atômicas: H = 1, O = 16, P = 31, N = 14).
- a) 29,5 e 10,1
  - b) 30,2 e 7,3
  - c) 20,8 e 28,2
  - d) 30,7 e 11,2
  - e) 50,1 e 20,2

8- (Ufrj) Anfetaminas são aminas utilizadas como estimulantes e vulgarmente conhecidas por "bolinhas". Uma dessas substâncias é a benzedrina, que apresenta a seguinte composição percentual: 80 % de carbono, 9,63 % de hidrogênio e 10,37 % de nitrogênio. Sabendo-se que a sua massa molar é 135 g/mol, pode-se afirmar que a sua fórmula molecular é

- a) C<sub>9</sub>H<sub>15</sub>N.
- b) C<sub>8</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>.
- c) C<sub>9</sub>H<sub>26</sub>N.
- d) C<sub>8</sub>H<sub>20</sub>N.
- e) C<sub>9</sub>H<sub>13</sub>N.



9- o hipossulfito de sódio (174 g/mol) é formado de 26,44% de sódio, X% de enxofre e 36,78% de oxigênio. Indique suas fórmulas mínima e molecular.

- a)  $\text{NaSO}_2$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_2$
- b)  $\text{NaSO}_2$  e  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
- c)  $\text{Na}_3\text{SO}_2$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- d)  $\text{NaSO}_2$  e  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$
- e)  $\text{Na}_2\text{SO}_2$  e  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

10- Determine a fórmula percentual, mínima e molecular das substâncias relacionadas nos itens abaixo:

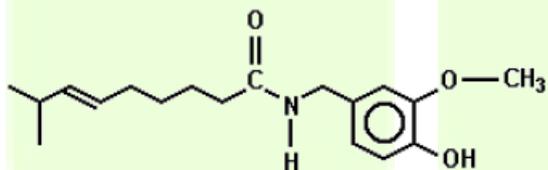
a) Por meio da fotossíntese os vegetais fabricam glicose, cujas moléculas se combinam para formar a celulose, que constitui a parede celular, e amido, que é armazenado em diversos órgãos vegetais. A decomposição de 1,8 g de glicose (MM= 180 g/mol) produziu 0,72 g de carbono, 0,12 g de hidrogênio e 0,96 g de oxigênio.

b) O acetileno é usado como gás de maçarico oxiacetilênico, cuja chama azul, que atinge 3 000 °C, pode cortar chapas de aço. A decomposição de 1,3 g de acetileno (MM= 26 g/mol) produziu 1,2 g de carbono e 0,1 g de hidrogênio.

c) O benzeno é um líquido amarelado, inflamável, altamente tóxico e cancerígeno, mas que possui muitas aplicações, como fabricação de pesticidas, fluidos hidráulicos, borrachas, corantes, detergentes e explosivos. A decomposição de 3,9 g de benzeno (MM= 78 g/mol) produziu 3,6 g de carbono e 0,3 g de hidrogênio.

d) O ácido oxálico (etanodioico) inibe a absorção de cálcio pelo organismo e é encontrado no chocolate. Assim, a criança que toma somente achocolatados não aproveita o cálcio que o leite oferece e, a longo prazo, pode apresentar deficiência desse mineral. A decomposição de 9,0 g de ácido oxálico (MM= 90 g/mol) produziu 0,2 g de hidrogênio, 2,4 g de carbono e 6,4 g de oxigênio.

11- (Uel) Você já sentiu o ardido de pimenta na boca? Pois bem, a substância responsável pela sensação picante na língua é a capsaicina, substância ativa das pimentas. Sua fórmula estrutural está representada a seguir.



Sabendo que a capsaicina possui massa molar igual a 305,0 g/mol, a porcentagem em massa de carbono na capsaicina é:

- a) 12,00 %
- b) 18,00 %
- c) 59,00 %
- d) 70,81 %
- e) 100,0 %

12- (Puc-rio) A fórmula mínima de um composto orgânico é  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ . Sabendo-se que o peso molecular desse composto é 180, qual o valor de n?

- a) 2
- b) 4
- c) 6
- d) 8
- e) 12

13- (Ufla) As substâncias relacionadas a seguir são de grande utilidade como fertilizantes na agricultura.

- I. Uréia -  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- II. Sulfato de amônio -  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- III. Nitrato de amônio -  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

Assinale a alternativa em que o percentual, em massa, de nitrogênio é apresentado em ordem crescente.

- a) I < II < III
- b) III < II < I
- c) II < I < III
- d) I < III < II
- e) II < III < I

#### Gabarito das Questões objetivas

- 1- E
- 2- C
- 3- A
- 4- C
- 5- D
- 6- D
- 7- C
- 8- E
- 9- B
- 11- D
- 12- C
- 13- E

**Bons estudos!**

