

Competência(s):  
1 e 2

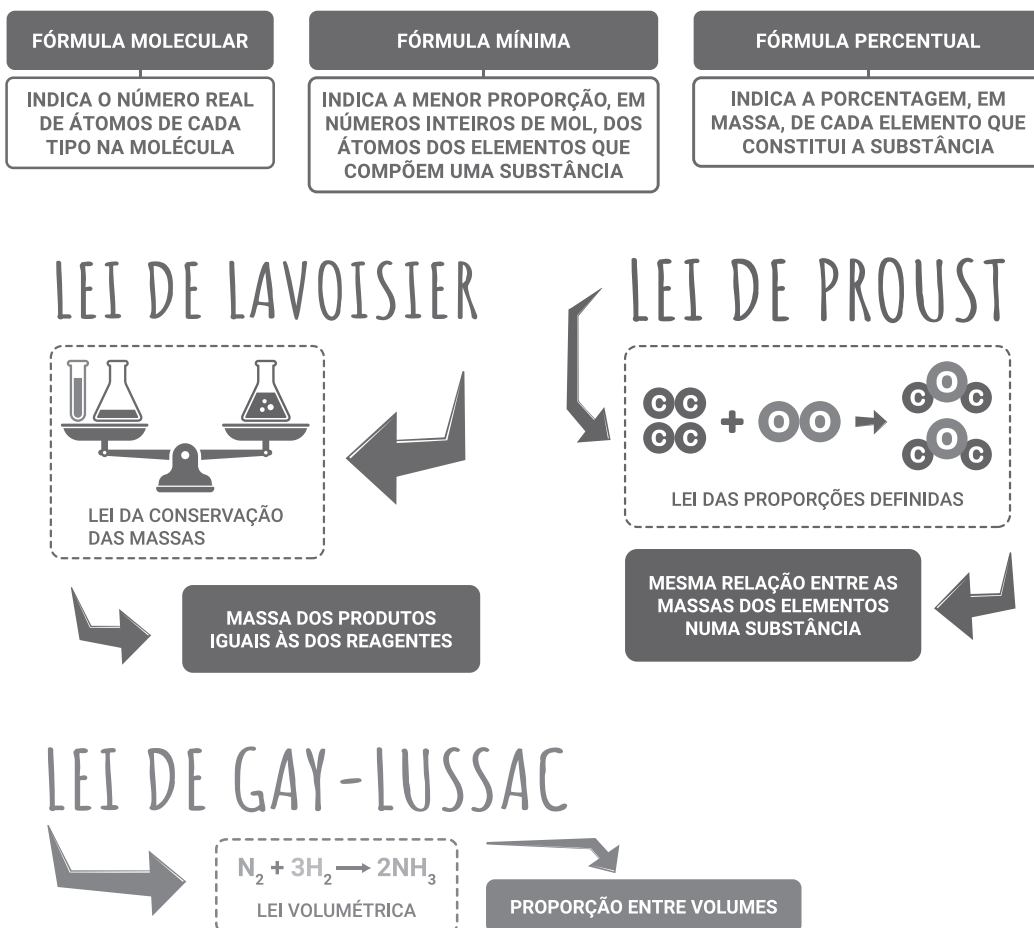
Habilidade(s):  
4 e 7

## AULAS 3 E 4

### VOCÊ DEVE SABER!

- Fórmula mínima ou empírica
- Fórmula molecular
- Leis ponderais
- Lei da conservação das massas - Lei de Lavoisier
- Lei das proporções definidas - Lei de Proust
- Lei volumétrica - Lei de Gay-Lussac

### MAPEANDO O SABER



# ANOTAÇÕES



## EXERCÍCIOS DE SALA

1. (UERJ 2019) Considere as informações a seguir sobre a perfluorodecalina, substância utilizada no preparo de sangue artificial.

Fórmula mínima:  $C_5F_9$ .

Massa molar: 462 g/mol

C = 12; F = 19

Sua fórmula molecular é representada por:

- a)  $C_{25}F_{45}$   
 b)  $C_{20}F_{36}$   
 c)  $C_{15}F_{27}$   
 d)  $C_{10}F_{18}$
2. (FAMERP 2018) Analise a tabela, que mostra a composição de alguns minerais de ferro.

Mineral	Composição	Massa molar (g/mol)
goethita	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$	178
hematita	$Fe_2O_3$	160
pirita	$FeS_2$	120
siderita	$FeCO_3$	116

Os minerais que apresentam maior e menor porcentagem em massa de ferro são, respectivamente,

- a) hematita e pirita.  
 b) goethita e hematita.  
 c) hematita e siderita.  
 d) goethita e pirita.  
 e) pirita e siderita.

3. (UNICAMP 2019) Fake News ou não? Hoje em dia, a disponibilidade de informações é muito grande, mas precisamos saber interpretá-las corretamente. Um artigo na internet tem o seguinte título: "Glutamato monossódico, o sabor que mata!". Em determinado ponto do texto, afirma-se:

"Só para você ter ideia dos riscos, organizações internacionais de saúde indicam que a ingestão diária de sódio para cada pessoa seja de 2,3 gramas. O glutamato é composto por 21% de sódio e, com certeza, não será o único tempero a ser acrescentado ao seu almoço ou jantar. Além disso, o realçador (glutamato) só conta um terço do nutriente que é encontrado no sal de cozinha."

Dados de massas molares em  $(g \cdot mol^{-1})$

sódio = 23; cloreto = 35,5;

glutamato monossódico = 169.

Para tornar a argumentação do artigo mais consistente do ponto de vista químico, você sugeriria a seguinte reescrita dos trechos destacados:

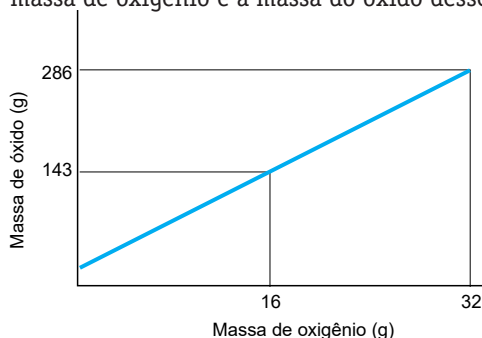
- a) "A porcentagem em massa de sódio no realçador (glutamato) é de 13,6%."; "Por outro lado, o realçador só conta com cerca de um terço do nutriente que é encontrado no sal de cozinha".  
 b) "A porcentagem em massa de sódio no realçador (glutamato) é de 39,3%."; "Além disso, o realçador contém cerca de três vezes mais nutriente do que o encontrado no sal de cozinha".  
 c) "A porcentagem em massa de sódio no realçador (glutamato) é de 11,2%."; "Por outro lado, o realçador conta com cerca de um terço do nutriente que é encontrado no sal de cozinha".  
 d) "A porcentagem em massa de sódio no realçador (glutamato) é de 21%."; "Além disso, o realçador contém cerca de três vezes mais nutriente do que o encontrado no sal de cozinha".

4. (FUVEST) Devido à toxicidade do mercúrio, em caso de derramamento desse metal, costuma-se espalhar enxofre no local para removê-lo. Mercúrio e enxofre reagem, gradativamente, formando sulfeto de mercúrio. Para fins de estudo, a reação pode ocorrer mais rapidamente, se as duas substâncias forem misturadas num almofariz. Usando esse procedimento, foram feitos dois experimentos. No primeiro, 5,0 g de mercúrio e 1,0 g de enxofre reagiram, formando 5,8 g do produto, sobrando 0,2 g de enxofre. No segundo experimento, 12,0 g de mercúrio e 1,6 g de enxofre forneceram 11,6 g do produto, restando 2,0 g de mercúrio.

- a) Mostre que os dois experimentos estão de acordo com a lei da conservação da massa (Lavoisier) e a lei das proporções definidas (Proust).  
 b) Existem compostos de Hg(I) e de Hg(II). Considerando os valores das massas molares e das massas envolvidas nos dois experimentos citados, verifique se a fórmula do composto formado, em ambos os casos, é HgS ou Hg<sub>2</sub>S. Mostre os cálculos.

**Note e Adote:** Massas molares (g/mol): mercúrio (Hg) = 200; enxofre (S) = 32.

5. (FMJ 2021) Um metal X, muito utilizado em construção civil, ao ser oxidado forma um óxido de fórmula  $X_2O$ . O gráfico mostra a relação entre a massa de oxigênio e a massa do óxido desse metal.



Um estudante, ao realizar a oxidação desse metal em laboratório, obteve 3,18 g de um óxido, consumindo, para sua formação, 0,64 g de  $O_2$ .

- Escreva a equação balanceada que representa a reação entre o metal X e o gás oxigênio, formando  $X_2O$ . Calcule a massa molar do metal X.
- Calcule a porcentagem, em massa, do metal X no óxido obtido pelo estudante. Com base nas leis ponderais, determine se o óxido obtido pelo estudante é o mesmo que o representado no gráfico.

## ESTUDO INDIVIDUALIZADO (E.I.)

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

### Oxitocina mostra benefícios contra dano causado pelo Alzheimer

*Um novo estudo, liderado por pesquisadores da Universidade de Tóquio, buscou investigar se a oxitocina poderia causar algum tipo de efeito sobre o avanço do Alzheimer. A oxitocina é um hormônio que se tornou bastante conhecido por seu papel no sistema reprodutivo feminino e por sua capacidade de fomentar sentimentos como amor e bem-estar. Essa substância é conhecida por facilitar certas atividades da química da célula que são importantes no fortalecimento do potencial de sinalização dos neurônios e na formação de novas memórias, como o fluxo de íons de cálcio. Estudos anteriores indicaram que a proteína beta-amiloide suprime algumas dessas atividades químicas. Os cientistas descobriram que a oxitocina, por si só, não possui nenhum efeito na plasticidade sináptica no hipocampo, mas, de alguma maneira, consegue reverter os efeitos danosos da beta-amiloide.*

(Disponível em: <https://sciam.com.br/>. Adaptado)

- (PUCCAMP MEDICINA)** A fórmula molecular da oxitocina é  $C_{43}H_{66}N_{12}O_{12}S_2$ . A porcentagem em massa do hidrogênio nessa molécula é aproximadamente:

Dados: C = 12; H = 1; N = 14; O = 16; S = 32.

- 6,6%
- 66%
- 12%
- 1,5%
- 49%

- (UEA)** Presente na corrente sanguínea, a glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) é um carboidrato do grupo dos monossacarídeos e sua função principal é fornecer energia aos seres vivos.

A porcentagem, em massa, de carbono presente na molécula da glicose e a sua fórmula mínima são

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

- 40% e  $CH_2O$ .
- 12% e  $CH_2O$ .
- 40% e  $CHO$ .
- 12% e  $CHO$ .
- 72% e  $CH_2O$ .

- (UERJ)** Considere as informações a seguir sobre a perfluorodecalina, substância utilizada no preparo de sangue artificial.

Fórmula mínima:  $C_5F_9$ .

Massa molar: 462 g/mol.

C = 12; F = 19.

Sua fórmula molecular é representada por:

- a) C<sub>25</sub>F<sub>45</sub>
- b) C<sub>20</sub>F<sub>36</sub>
- c) C<sub>15</sub>F<sub>27</sub>
- d) C<sub>10</sub>F<sub>18</sub>

4. (UEG) O composto conhecido como glicol possui uma composição centesimal de 39% de carbono, 51% de oxigênio e 10% de hidrogênio. Dentre as opções a seguir, identifique aquela que pode ser considerada a fórmula mínima do glicol.

Dados: MM(H) = 1 g·mol<sup>-1</sup>, MM(C) = 12 g·mol<sup>-1</sup> e MM(O) = 16 g·mol<sup>-1</sup>

- a) CH<sub>4</sub>O
- b) CH<sub>6</sub>O<sub>2</sub>
- c) CH<sub>3</sub>O
- d) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>
- e) C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub>

5. (UFPR) Um certo metal (M), de massa molar igual a 48 g mol<sup>-1</sup>, forma um sal de cloreto bastante reativo, que em água sofre hidrólise e produz o óxido desse metal. Verificou-se que na composição de 80 g do óxido, 48 g correspondem à massa apenas do metal.

(Dado: massa molar do oxigênio igual a 16 g mol<sup>-1</sup>)

A fórmula mínima desse óxido é:

- a) MO.
- b) MO<sub>2</sub>.
- c) M<sub>2</sub>O.
- d) M<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- e) M<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

6. (UNIFOR - MEDICINA) Álcool isopropílico e isopropanol são as denominações usuais para o propan-2-ol, uma substância química incolor e de forte odor, sendo o mais simples exemplo de um álcool secundário. É isômero de posição do propanol ou n-propanol. É composta por carbono, hidrogênio e oxigênio, desconsiderando possíveis contaminantes e interferentes intramoleculares. A combustão de 0,255 g de álcool isopropílico gera 0,561g de dióxido de carbono e 0,306g de água. A fórmula mínima do álcool isopropílico bem como a razão molar mais próxima (não corrigida) para a composição desta fórmula mínima a partir destes valores será

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

- a) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O e tem razão molar não corrigida: 2,98 : 7,91 : 1,00.
- b) C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O e tem razão molar não corrigida: 3,92 : 7,91 : 1,10.

- c) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>O e tem razão molar não corrigida: 3,92 : 9,1 : 1,10.
- d) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O e tem razão molar não corrigida: 3,01 : 7,5 : 1,00.
- e) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O e tem razão molar não corrigida: 2,76 : 7,91 : 1,00.

7. (UEMG) Nicotina, um dos principais constituintes do cigarro, é um alcaloide, encontrado nas folhas do tabaco (*Nicotiana tabacum*), planta originária das Américas, sendo a molécula responsável pela dependência.

Sua composição porcentual, em massa, é 74,1% de carbono, 8,6% de hidrogênio e 17,3% de nitrogênio.

Dados: H = 1; C = 12; N = 14.

Assinale a alternativa que indica **CORRETAMENTE** a fórmula mínima da nicotina.

- a) C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>N
- b) C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N
- c) C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>
- d) C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>N

8. (UECE) A fórmula empírica de um composto orgânico derivado de alcano, usado como propelente e herbicida, que apresenta em massa a seguinte composição: 23,8% de C; 5,9% de H e 70,3% de Cl, é

Dados: C = 12; H = 1; Cl = 35,5.

- a) CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>.
- b) CHCl<sub>3</sub>.
- c) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl.
- d) CH<sub>3</sub>Cl.

9. (UEG) Determinado óxido de urânio é a base para geração de energia através de reatores nucleares e sua amostra pura é composta por 24,64 g de Urânio e 3,36 g de Oxigênio. Considerando-se essas informações, a fórmula mínima desse composto deve ser

Dado:

MA(O) = 16 g/mol

MA(U) = 238 g/mol

- a) UO
- b) UO<sub>2</sub>
- c) U<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- d) U<sub>2</sub>O
- e) U<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

10. (PUCSP) O cinamaldeído ou óleo de canela é obtido através da destilação da casca da planta *Cinnamomum zeylanicum*. O cinamaldeído tem composição percentual de 81,82% de carbono, 6,06% de hidrogênio e 12,12% de oxigênio.

Com base nesses dados, qual a fórmula mínima desse composto?

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

- a)  $C_9H_2O_2$
- b)  $C_3H_4O$
- c)  $C_9H_8O$
- d)  $C_8H_9O$

11. (UPE-SSA 1) Durante uma investigação criminal, os peritos identificaram uma substância oxigenada e não comum em fluidos biológicos. Eles isolaram 795 mg dessa substância que, após a digestão, promoveu reação com nitrato de prata ( $AgNO_3$ ) em excesso, obtendo 861 mg de cloreto de prata ( $AgCl$ ). A análise elementar desse composto indicou que sua composição centesimal, em massa, tem 36,2% de carbono e 4,8% de hidrogênio.

Dados: massas molares (g/mol) H = 1; C = 12; N = 14; O = 16; Cl = 35,5; Ag = 108.

Assinale a alternativa que apresenta a fórmula molecular desse composto.

- a)  $C_4H_8Cl_2$
- b)  $C_4H_6Cl_2O$
- c)  $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$
- d)  $C_{10}H_{16}O_{12}$
- e)  $C_{15}H_{24}Cl_8$

12. (UECE-Adaptada) A fórmula de um sal é constituída de 25,82% de potássio, 52,90% de bromo e 21,20% de oxigênio, em valores aproximados. A fórmula molecular desse composto é

Dados: K = 39; Br = 80; O = 16.

- a)  $KBrO$
- b)  $KBrO_2$
- c)  $KBr_2O$
- d)  $KBrO_3$

13. (Unesp) A decomposição por aquecimento a seco de uma amostra em pó de certo mineral de cobre produziu 1,59 g de óxido de cobre(II), 0,18 g de vapor de água e 0,44 g de dióxido de carbono gasoso. A fórmula mínima desse mineral é:

Dados: Cu = 63,5; O = 16; H = 1; C = 12.

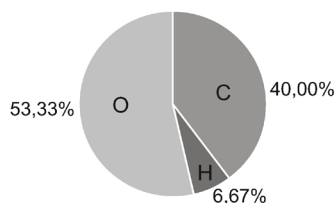
- a)  $Cu_2H_2CO_5$
- b)  $Cu_2H_2C_2O_5$
- c)  $CuHCO_2$
- d)  $Cu_2H_2C_2O_3$
- e)  $CuHCO$

14. (PUCSP) A criolita é um minério cujo principal componente é o fluoreto de alumínio e sódio. Sua principal aplicação é na produção do alumínio, onde é adicionada à alumina (óxido de alumínio), obtendo-se uma mistura de temperatura de fusão de  $950^\circ C$ , tornando economicamente viável a eletrólise da alumina e a obtenção do metal alumínio.

A relação entre a massa de sódio e de alumínio na criolita é de 23/9 e, portanto, a fórmula mínima do fluoreto de alumínio e sódio é

- a)  $NaAlF$ .
- b)  $NaAlF_4$ .
- c)  $Na_3AlF_4$ .
- d)  $Na_3AlF_6$ .

15. (UERJ-Adaptada) Uma substância orgânica possui a seguinte composição percentual em massa:



Observe outras características dessa substância:

- a razão entre o número de átomos de sua fórmula molecular e de sua fórmula mínima é igual a 2;
- o cátion liberado na sua ionização em água é o  $H^+$  (ou seja, é um ácido).

A substância descrita é denominada:

- a) ácido etanoico
- b) ácido butanoico
- c) etanoato de etila
- d) metanoato de metila

16. (FATEC-SP) Eugenol, o componente ativo do óleo do cravo-da-índia, tem massa molar 164 g/mol e fórmula empírica  $C_5H_6O$ .

(Dados: massas molares (g/mol): H = 1; C = 12; O = 16.)

Qual a porcentagem em massa de carbono no eugenol?

17. (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. Se trata de um composto orgânico de qual fórmula molecular? Dados: (Massas atômicas: C = 12, H = 1, O = 16)

18. A decomposição de carnes e peixes pela ação de bactérias resulta na formação de uma substância chamada cadaverina. O odor dessa substância é bem desagradável. Sua fórmula percentual é C<sub>58,77%</sub> H<sub>13,81%</sub> N<sub>27,40%</sub> e sua massa molar é igual a 102 g/mol.

Determine a forma molecular da cadaverina.

19. (Cesgranrio) A síntese da aspirina (ácido acetil-salicílico) foi uma das maiores conquistas da indústria farmacêutica. Sua fórmula é C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>.

Qual a porcentagem em massa de carbono na aspirina?

Dados: Massas molares: C = 12 g/mol; O = 16 g/mol; H = 1 g/mol.

20. (UFF) A dieta que um endocrinologista recomendou para um paciente permite a ingestão diária de 300 g de determinado alimento que contém 0,17 % de carboidrato, cuja queima diária libera 2 kcal. Tal carboidrato contém 40,0 % de carbono, 6,67 % de hidrogênio e seu calor de combustão é 706,0 kcal.mol<sup>-1</sup>. Determine a fórmula molecular desse carboidrato.

## GABARITO

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. A  | 2. A  | 3. D  | 4. C  | 5. B  |
| 6. A  | 7. A  | 8. D  | 9. B  | 10. C |
| 11. C | 12. B | 13. A | 14. D | 15. A |

16.

Fórmula empírica é a dada no enunciado porém se calcularmos a massa molar chegaremos que a fórmula molecular completa é : C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>. Sabendo que :

Massa molar = 164 gramas

Massa do carbono = 12 gramas

Devemos calcular qual a massa de carbono presente em toda a molécula. Como temos 10 temos 10\*12= 120 g

Agora basta com uma regra de 3 simples calcular a porcentagem :

164 gramas ----- 100%

120 gramas ----- x%

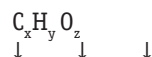
x = 120\*100\*/164

x = 12000/164

x = 73%

17.

Sabemos que a massa molar é igual a 58 g/mol, então, temos:



$$12x + 1y + 16z = 58$$

Agora é só fazer regra de três para cada elemento químico. Observe isso abaixo:

C:	H:	O:
100% - 62,1% de C	100% - 10,3% de H	100% - 27,5% de O
58 g - 12x de C	58 g - y de H	58 g - 16z de O
1200x = 3601,8	100y = 597,4	1600z = 1595
x = 3601,8/1200	y = 597,4/100	z = 1595/1600
x = 3,0015 = 3	y = 5,974 = 6	z = 0,99 = 1

Agora é só substituir x, y e z pelos valores encontrados: **C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O**.

\* Outra forma de resolver seria encontrar primeiro a fórmula mínima por meio da fórmula percentual que foi dada no enunciado e depois calcular quantas fórmulas mínimas seriam necessárias para chegar à massa molar. Veja:

1º Passo: Temos: 62,1% de C, 10,3% de H e 27,5% de O. Dividimos cada valor desses, considerando em gramas, pelas respectivas massas molares:

$$C = 62,1/12 = 5,175$$

$$H = 10,3/1 = 10,3$$

$$O = 27,5/16 = 1,71875$$

Agora pegamos esses valores e dividimos cada um pelo menor entre eles, que é o 1,71875:

$$C = 5,175/1,71875 \approx 3$$

$$H = 10,3/1,71875 \approx 6$$

$$O = 1,71875/1,71875 = 1$$

Assim, a fórmula mínima dessa substância é:  $C_3H_6O$ .  
2º passo – Determinando a massa da fórmula mínima e depois calculando quantas fórmulas mínimas são necessárias para se chegar à massa molar da substância:

$$C_3H_6O = (3 \cdot 12) + (6 \cdot 1) + (1 \cdot 16) = 58 \text{ g/mol}$$

A massa molar da fórmula mínima é exatamente igual à da fórmula molecular, portanto, elas são iguais:  
 **$C_3H_6O$ .**

18.

1º passo: Determinar a fórmula mínima da cadaverina por meio da composição percentual em massa: Temos: 58,77 % de C, 13,81% de H e 27,40% de N. Dividimos cada valor desses, considerando em gramas, pelas respectivas massas molares:

$$C = 58,77/12 = 4,8975$$

$$H = 13,81/1 = 13,81$$

$$N = 27,40/14 = 1,9571$$

Agora pegamos esses valores e dividimos cada um pelo menor entre eles, que é o 1,229:

$$C = 4,8975/1,9571 \approx 2,5$$

$$H = 13,81/1,9571 \approx 7$$

$$N = 1,9571/1,9571 = 1$$

Como ainda não encontramos um número inteiro, vamos multiplicar todos os valores encontrados por 2:

$$C = 2,5 \cdot 2 = 5$$

$$H = 7 \cdot 2 = 14$$

$$N = 1 \cdot 2 = 2$$

Assim, a fórmula mínima da nicotina é:  $C_5H_{14}N_2$ .  
2º passo – Determinar primeiro a massa da fórmula mínima e depois calcular quantas fórmulas mínimas são necessárias para se chegar à massa molar da substância:

$$C_5H_{14}N_2 = (5 \cdot 12) + (14 \cdot 1) + (2 \cdot 14) = 102 \text{ g/mol}$$

A massa molar da fórmula mínima é exatamente igual à da fórmula molecular, portanto, elas são iguais:  
 $C_5H_{14}N_2$ .

19.

Para determinar a porcentagem do Carbono, basta multiplicar a massa molar pelo índice (nesse caso é o número 9) do carbono:  $C=(12 \times 9)=108 \text{ g/mol}$   
Com regra de três entre o carbono e a massa total do Ácido acetilsalicílico:

$$180 \text{-----} > 100$$

$$108 \text{-----} > x$$

$$x = (108 \times 100)/180$$

$$X = 60\%$$

20.

Como foi dito que 0,17% da ingestão de 300 g é carboidrato, temos uma massa diária de 0,51 g.

Por regra de três, podemos determinar a massa molar:

$$0,51 \text{g} - 2 \text{ kcal}$$

$$x \quad - 706 \text{ kcal}$$

$$x \approx 180 \text{ g}$$

Mas, 40% dessa massa é carbono, ou seja, 72 g, o que corresponde a uma massa molar de 6 carbonos. O resto, para completar a massa, é hidrogênio e oxigênio. Pelas porcentagens fornecidas, podemos deduzir que a porcentagem de oxigênio é de 53,33%, o que corresponde a uma massa de  $\approx 96 \text{ g}$ .

Isso é a massa molar de 6 oxigênios. A massa restante, 12 g, será de hidrogênio. Como cada hidrogênio tem massa 1 g, temos 12 hidrogênios. Logo, a fórmula molecular do carboidrato é  $C_6H_{12}O_6$