

QUÍMICA GERAL I – AULA 10 – 10º LISTA DE EXERCÍCIOS

Cálculos de composição percentual. Fórmulas empírica e molecular

1) Dê a fórmula química para:

a) íon cloreto: Cl^-

b) íon clorato: ClO_3^-

c) íon perclorato: ClO_4^-

d) íon hipoclorito: ClO^-

Obs:

Sem O ----- eto

Com O ----- hipo ... ito (2 O a menos)

... ito (1 O a menos)

Referência → ... ato (mais comum)

per ... ato (1 O a mais)

2) Calcule a composição percentual a $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

- Cálculo da massa molecular:

$$\text{MM: } (12 \times 12,0107) + (22 \times 1,00784) + (11 \times 15,9994) =$$

$$\text{MM: } 342,296 \text{ g/mol}$$

$$342,296 \text{ g --- } 100\%$$

$$12 \times 12,0107 \text{ g --- C\%}$$

$$\text{C\%} = 42,106 \%$$

$$342,296 \text{ g --- } 100\%$$

$$22 \times 1,00784 \text{ g --- H\%}$$

$$\text{H\%} = 6,478 \%$$

$$342,296 \text{ g} \text{ --- } 100\%$$
$$11 \times 15,9994 \text{ g} \text{ --- } \text{O}\%$$
$$\text{O}\% = 51,415 \%$$

3) Em uma amostra de 5,325 g de benzoato de metila, um composto utilizado na fabricação de perfumes, encontraram-se 3,758 g de carbono, 0,316 g de hidrogênio e 1,251 g de oxigênio. Qual a fórmula mínima desta substância?

Cálculo do valor em mol

$$3,758 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12,0107 \text{ g C}} = 0,3129 \text{ mol C}$$

$$0,316 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1,00794 \text{ g H}} = 0,314 \text{ mol H}$$

$$1,251 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{15,9994 \text{ g O}} = 0,07819 \text{ mol O}$$

Relação entre os elementos:

$$\text{C} = \frac{0,3129}{0,07819} = 4$$

$$\text{H} = \frac{0,314}{0,07819} = 4$$

$$\text{O} = \frac{0,07819}{0,07819} = 1$$

Fórmula mínima: $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$

4) O etilenoglicol, substância usada em anticongelantes automotivos, é composto de 38,7% de C, 9,7 de H e 51,6% de oxigênio em massa. Sua massa molar é 62,1 g/mol. Qual a fórmula mínima do etilenoglicol? Qual sua fórmula molecular?

→ Cálculo do valor em mol

C: 62,1 g --- 100%

$$x \text{ --- } 38,7\%$$

$$x = 24,0 \text{ g C}$$

12,0107 g C --- 1 mol C

$$24,0 \text{ g C --- } x$$

$$x = 2 \text{ mol C}$$

H: 62,1 g --- 100%

$$x \text{ --- } 9,7\%$$

$$x = 6,0 \text{ g H}$$

1,00794 g H --- 1 mol H

$$6,0 \text{ g H --- } x$$

$$x = 6 \text{ mol C}$$

O: 62,1 g --- 100%

$$x \text{ --- } 51,6\%$$

$$x = 32,0 \text{ g O}$$

15,9994 g O --- 1 mol O

$$32,0 \text{ g O --- } x$$

$$x = 2 \text{ mol C}$$

Fórmula molecular: $C_2H_6O_2$

$$C = 2/2 = 1$$

$$H = 6/2 = 3$$

$$O = 2/2 = 1$$

Fórmula mínima: $C_1H_3O_1$

5) O ácido capróico, responsável pelo cheiro podre de meias sujas, é composto de átomos de C, H e O. A combustão de uma amostra de 0,225 g produz 0,512 g de CO₂ e 0,209 g de H₂O. Qual a fórmula mínima do ácido capróico? Sabendo-se que o ácido capróico tem uma massa molar de 116 g/mol, qual sua fórmula molecular?

Ácido Capróico MM: 116 g/mol

Combustão de 0,225g gera 0,512g CO₂ e 0,209g H₂O

A massa de carbono no CO₂ é proveniente do ácido capróico. E a massa de hidrogênio na H₂O também é proveniente do ácido capróico. O restante da massa da amostra do ácido capróico é a massa de oxigênio.

Massa de C

$$0,512 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44,0095 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{12,0107 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 0,140 \text{ g C}$$

Massa de H

$$0,209 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18,01528 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1,00791 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 0,0234 \text{ g H}$$

Massa de O = massa de ácido capróico menos as massas de C e H

$$0,0225 \text{ g} - (0,140\text{g} + 0,0234) = 0,0616 \text{ g O}$$

→ Cálculo do valor em mol

$$0,140\text{g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12,0107 \text{ g C}} = 0,0117 \text{ mol C}$$

$$0,0234\text{g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1,00794 \text{ g H}} = 0,0232 \text{ mol H}$$

$$0,0616\text{g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{15,9994 \text{ g O}} = 3,85 \times 10^{-3} \text{ mol O}$$

Relação entre os elementos. (divide-se os valores pelo menor valor)

$$C = 0,0117 / 3,85 \times 10^{-3} = 3 \quad H = 0,0232 / 3,85 \times 10^{-3} = 6 \quad O = 3,85 \times 10^{-3} / 3,85 \times 10^{-3} = 1$$

Fórmula mínima = C_3H_6O

Massa fórmula molecular = 116 g/mol

Massa da fórmula mínima = 58g/mol

$$X \times 58 \text{ g/mol} = 116 \text{ g/mol}$$

$$X = 116/58$$

$$X = 2$$

Fórmula molecular = $C_6H_{12}O_2$

6) Calcule a porcentagem em massa do oxigênio em cada um dos seguintes compostos:

a) SO_2

b) C_2H_5COOH (ácido propanóico)

c) $Al(NO_3)_3$

Resposta:

a) SO_2

$$MM = 32,066 + (2 \times 15,9994) = 64,0648 \text{ g/mol}$$

$$64,0648 \text{ g O} \text{ --- } 100\%$$

$$2 \times 15,9994 \text{ g O} \text{ --- } O\%$$

$$O\% = 49,948 \%$$

b) C_2H_5COOH (ácido propanóico)

$$MM = (3 \times 12) + (6 \times 1) + (2 \times 16) = 74 \text{ g/mol}$$

$$74 \text{ g O} \text{ --- } 100\%$$

$$32 \text{ g O} \text{ --- } O\%$$

$$O\% = 43\%$$

c) $Al(NO_3)_3$

$$MM = 27 + (3 \times 14) + (9 \times 16) = 213 \text{ g/mol}$$

$$213 \text{ g O} \text{ --- } 100\%$$

$$9 \times 16 \text{ g O} \text{ --- } O\%$$

$$O\% = 68\%$$

7) Calcule a porcentagem em massa do elemento indicado em cada um dos seguintes compostos:

a) Carbono em C_2H_2 (acetileno – gás usado em soldagem)

b) Hidrogênio em $(NH_4)_2SO_4$ (sulfato de amônio – substância utilizada como fertilizante nitrogenado)

c) carbono em $C_{18}H_{24}O_2$ (estradiol – hormônio sexual feminino)

d) carbono em $C_{18}H_{27}NO_3$ (capsaicina – composto que dá o gosto ardente na pimenta malagueta)

Resposta:

a) Carbono em C_2H_2 (acetileno – gás usado em soldagem)

$$MM = (2 \times 12) + (2 \times 1) = 26 \text{ g/mol}$$

$$26 \text{ g} \text{ --- } 100\%$$

$$24 \text{ g C} \text{ --- } C\%$$

$$C\% = 92\%$$

b) Hidrogênio em $(NH_4)_2SO_4$ (sulfato de amônio – substância utilizada como fertilizante nitrogenado)

$$MM = (2 \times 14) + (18 \times 1) + 32 + (4 \times 16) = 142 \text{ g/mol}$$

$$142 \text{ g} \text{ --- } 100\%$$

$$8 \text{ g} \text{ --- } H\%$$

$$H\% = 6\%$$

c) carbono em $C_{18}H_{24}O_2$ (estradiol – hormônio sexual feminino)

$$MM = (18 \times 12) + (24 \times 1) + (2 \times 16) = 272 \text{ g/mol}$$

$$272 \text{ g} \text{ --- } 100\%$$

$$216 \text{ g C} \text{ --- } C\%$$

$$C\% = 79\%$$

d) carbono em $C_{18}H_{27}NO_3$ (capsaicina – composto que dá o gosto ardente na pimenta malagueta)

$$MM = (18 \times 12) + (27 \times 1) + 14 + (3 \times 16) = 305 \text{ g/mol}$$

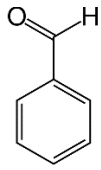
$$305 \text{ g} \text{ --- } 100\%$$

$$216 \text{ g C} \text{ --- } C\%$$

$$C\% = 71\%$$

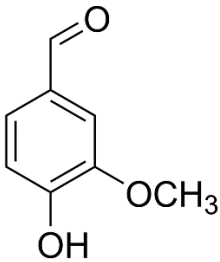
8) Baseado nas seguintes fórmulas estruturais, calcule a percentagem em massa de carbono presente em cada um dos

a)



benzaldeído (fragrância de amêndoas)

b)



vanilina (sabor de baunilha)

Resposta:

a)

$$MM = (7 \times 12) + (6 \times 1) + (16) = 106 \text{ g/mol}$$

$$106 \text{ g} \text{ --- } 100\%$$

$$84 \text{ g C} \text{ --- } C\%$$

$$C\% = 79\%$$

b)

$$MM = (8 \times 12) + (8 \times 1) + (3 \times 16) = 152 \text{ g/mol}$$

$$152 \text{ g} \text{ --- } 100\%$$

$$96 \text{ g C} \text{ --- } C\%$$

$$C\% = 63\%$$

9) Determine as fórmulas mínima e molecular de cada uma das substâncias

a) cafeína - estimulante encontrado no café e que contém 49,5% de C, 5,15% de H, 28,9% de N e 16,5% de O em massa. Massa molar de aproximadamente 195 g/mol.

$$C = \frac{49,5 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12,0107 \text{ g}} = 0,0412 \text{ mol} / 0,0103 = 4$$

$$H = \frac{5,15 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1,00794 \text{ g}} = 0,0511 \text{ mol} / 0,0103 = 5$$

$$N = \frac{28,9 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{14,00674 \text{ g}} = 0,0206 \text{ mol} / 0,0103 = 2$$

$$O = \frac{16,5 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{15,9994 \text{ g}} = 0,0103 \text{ mol} / 0,0103 = 1$$

Fórmula mínima: $C_4H_5N_2O$

$$((4 \times 12,0107) + (5 \times 1,007944) + (2 \times 14,00674) + (15,9994)) = 97 \text{ g/mol}$$

$$X \times 97 = 195$$

$$X = 2$$

Fórmula molecular: $C_8H_{10}N_4O_2$

b) glutamato de monossódio (MSG) – realçador de sabor de alguns alimentos que contém 35,51% de C, 4,77% de H, 8,29% de N, 37,83% de O 13,60% de Na em massa. Massa molar de 169 g/mol.

$$C = \frac{35,51 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12,0107 \text{ g}} = 0,0296 \text{ mol} / 0,00592 = 5$$

$$H = \frac{4,77 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1,00794 \text{ g}} = 0,00473 \text{ mol} / 0,00592 = 8$$

$$N = \frac{8,29 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{14,00674 \text{ g}} = 0,00592 \text{ mol} / 0,00592 = 1$$

$$Na = \frac{13,60 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{22,98977 \text{ g}} = 0,00592 \text{ mol} / 0,00592 = 1$$

$$O = \frac{37,83 \text{ g}}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}}{15,9994 \text{ g}} = 0,0236 \text{ mol} / 0,00592 = 4$$

Fórmula mínima: $C_5H_8NNaO_4$

$$((5 \times 12,0107) + (8 \times 1,007944) + (14,00674) + (22,98977) + (4 \times 15,9994)) = 169 \text{ g/mol}$$

Fórmula molecular: $C_5H_8NNaO_4$

10) Uma análise do tolueno, solvente orgânico comum, forneceu 5,86 mg de CO₂ e 1,38 mg de H₂O. Se o composto contém apenas carbono e hidrogênio, qual é sua fórmula mínima?

$$\text{CO}_2 = 5,86 \times 10^{-3} \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44,0095 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} = 1,33 \times 10^{-4} \text{ mol C}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 1,38 \times 10^{-3} \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 1,53 \times 10^{-4} \text{ mol H}$$

$$1,53 \times 10^{-4} \text{ mol H} / 1,33 \times 10^{-4} = 1 \times 7 = 7$$

$$1,33 \times 10^{-4} \text{ mol C} / 1,33 \times 10^{-4} = 1,15 \times 7 = 8$$

Fórmula mínima: C₇H₈

11) Dê o peso-fórmula de cada uma das seguintes espécies:

a) MgO

b) CaCl₂

c) Na₃PO₄

Resposta:

a) MgO

$$24,3050 + 15,9994 = 40,3044 \text{ u}$$

b) CaCl₂

$$40,078 + (2 \times 35,4527) = 110,98 \text{ u}$$

c) Na₃PO₄

$$(3 \times 22,98977) + (30,973761) + (4 \times 15,9994) = 163,941 \text{ u}$$

12) Calcule a massa de nitrogênio em 30,0 g do amino ácido glicina, $\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH}$

Resposta:

$$\text{MM} = (2 \times 12) + (5 \times 1) + (14) + (2 \times 16) = 75 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol } \text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH} \text{ --- } 1 \text{ mol N}$$

$$75 \text{ g } \text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH} \text{ --- } 14 \text{ g N}$$

$$30 \text{ g } \text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH} \text{ --- } x$$

$$x = 5,6 \text{ g N}$$

13) Uma amostra de um poluente do ar composto de enxofre e oxigênio mostrou conter 1,40 g de enxofre e 2,10 g de oxigênio. Qual a fórmula empírica do composto?

Resposta:

$$1,40 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32,066 \text{ g S}} = 0,04366 \text{ mol} / 0,04366 = 1$$

$$2,10 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{15,9994 \text{ g O}} = 0,1313 \text{ mol} / 0,04366 = 3$$

Fórmula mínima: SO_3

14) Freon, um propelente para aerossóis, foi analisado. Uma amostra dele continha 0,423 g de C, 2,50 g de Cl e 1,34 g de F. Qual a fórmula empírica desta substância?

Resposta:

$$0,423 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12,0107 \text{ g C}} = 0,0352 \text{ mol} / 0,0352 = 1$$

$$2,50 \text{ g Cl} \times \frac{1 \text{ mol Cl}}{35,4527 \text{ g Cl}} = 0,0705 \text{ mol} / 0,0352 = 2$$

$$1,34 \text{ g F} \times \frac{1 \text{ mol F}}{18,9984 \text{ g F}} = 0,0705 \text{ mol} / 0,0352 = 2$$

Fórmula mínima: CClF_2