

ANÁLISE ELEMENTAR QUANTITATIVA

DISCIPLINA: QUÍMICA GERAL / TURMA: 1º ano Ensino Médio

1ª Parte: Questões resolvidas

Nota: A massa molecular de um composto, pode ser calculada em função da densidade de vapor em relação ao hidrogênio, pela fórmula $MM = 2 \times d_H$ e, em relação ao ar, pela fórmula $MM = 28,88 \times d_{ar}$

01. A análise elementar de um composto de um composto orgânico **X** revelou que 4 g do mesmo contêm 1,548 g de carbono, 0,645 g de hidrogênio e 1,806 de nitrogênio. Calcular a fórmula molecular de X, sabendo que sua densidade de vapor em relação ao ar é 1,08.

Resolução:

Cálculo da fórmula mínima:

$$p/C: 1,548/12 = 0,129 \quad p/H: 0,645/1 = 0,645 \quad p/N: 1,806/14 = 0,129$$

Vamos dividir tudo pelo menor resultado (0,129), assim pelo menos um valor torna-se inteiro.

$$p/C: 0,129/0,129 = 1 \quad p/H: 0,645/0,129 = 5 \quad p/N: 0,129/0,129 = 1$$

A fórmula mínima é: $CH_5N \rightarrow$ Massa molecular = 31 g/mol

Cálculo da massa molecular da fórmula molecular: **M. molecular** = $28,88 \times d_{ar} = 31$ g/mol

$N = 31/31 = 1$; Conclusão: a fórmula mínima é igual a molecular

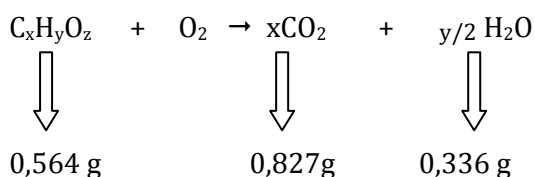
02. A análise elementar de 0,564 g de um composto orgânico, produziu 0,827 g de CO_2 e 0,336 g de $H_2O_{(v)}$. 0,402 g do composto depois de volatilizado ocuparam o volume de 150 cm^3 nas CNTP. Qual a fórmula molecular da substância analisada?

Resolução:

Vou chamar o composto orgânico de $C_xH_yO_z$

Equacionando a reação de combustão completa, teremos:

1ª parte: fornece dados para calcular a fórmula mínima.



Vamos interpretar da seguinte maneira:

→ Para o carbono: Observe que todo carbono que está na forma de CO_2 é proveniente do $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$. Isto significa que, encontrando a massa de carbono presente no CO_2 , encontramos também a massa de carbono presente no $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$.

(1 mol de CO_2) 44 g ----- 12 g C

$$0,827\text{g} \text{-----} m\text{C} = 0,225\text{ g (das 0,564 g do } \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \text{, 0,225g é de C)}$$

→ Aplicando o mesmo raciocínio para o hidrogênio e a água teremos:

(1 mol H_2O) 18 g ----- 2 g H

$$0,336\text{ g} \text{-----} m\text{H} = 0,037\text{ g (das 0,564 g do } \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \text{, 0,037 g é de H)}$$

A massa de oxigênio pode ser determinada indiretamente pela diferença da massa total e a massa de carbono e hidrogênio.

$$m(\text{oxigênio}) = 0,564 - (0,225 + 0,037) = 0,302\text{ g}.$$

Cálculo da fórmula mínima:

$$p/\text{C}: 0,225/12 = 0,018 \quad p/\text{H}: 0,037/1 = 0,037 \quad p/\text{O}: 0,302/16 = 0,018$$

Dividindo tudo pelo menor valor (0,018):

$$p/\text{C}: 0,018/0,018 = 1 \quad p/\text{H}: 0,037/0,018 = 2 \quad p/\text{O}: 0,018/0,018 = 1$$

A fórmula mínima é: CH_2O ($M = 12 + 2 + 16 = 30\text{ g/mol}$)

A 2ª parte do problema fornece dados para calcular a massa molar da fórmula molecular:

0,402 g ----- 0,15 L

$$\text{M.molar} \text{-----} 22,4\text{ L (1mol nas CNTP)} \rightarrow \text{M.molar} = 60\text{ g/mol}$$

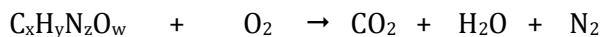
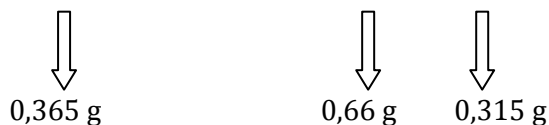
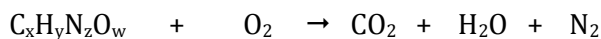
$$N = 60/30 = 2$$

$$\text{F.molecular} = (\text{F. Mínima}) \cdot N = (\text{CH}_2\text{O}) \cdot 2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$$

03. A análise elementar quantitativa de um composto orgânico nitrogenado **A** forneceu o seguinte resultado: 0,365 g de **A** deram por combustão 0,66 g de CO_2 e 0,315 g de H_2O . 0,146 g de **A** deram por combustão 23,6 cm^3 de nitrogênio medidos a 14°C e 772 mmHg de pressão. A tensão de vapor da água nessas condições é 12 mmHg. A massa molecular de **A** foi determinada por um processo físico-químico sendo igual a 73 g/mol. Calcule a fórmula molecular de **A**.

Resolução

Esquematizando



Vamos usar o mesmo raciocínio da questão anterior para encontrar as massas de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio presente no composto orgânico.

$$(1 \text{ mol de } CO_2) 44 \text{ g} \text{ ----- } 12 \text{ g C}$$

$$0,66 \text{ g} \text{ ----- } mC = 0,18 \text{ g}$$

$$(1 \text{ mol } H_2O) 18 \text{ g} \text{ ----- } 2 \text{ g H}$$

$$0,315 \text{ g} \text{ ----- } mH = 0,035 \text{ g}$$

$$\text{Para o nitrogênio (N}_2\text{): } P_{N_2} \cdot V = n \cdot RT ; 760 \times 0,0236 = (m/28) \cdot 62,3 \times 298$$

$$m(N_2) = 0,028 \text{ g}$$

$$0,028 \text{ g de } N_2 \text{ ----- } 0,146 \text{ g de } C_xH_yN_zO_w$$

$$m_{N_2} \text{ ----- } 0,365 \text{ g } C_xH_yN_zO_w \text{ (amostra inicial)} \rightarrow m_{N_2} = 0,07 \text{ g}$$

Por diferença da massa total encontramos a massa de oxigênio.

$$m(\text{Oxigênio}) = 0,08 \text{ g}$$

Agora que encontramos a composição quantitativa do composto, podemos encontrar sua fórmula mínima.

$$p/C: 0,18/12 = 0,015 \quad p/H: 0,035/1 = 0,035 \quad p/N: 0,07/14 = 0,005$$

$$p/O: 0,08/16 = 0,005$$

Dividindo tudo pelo menor número:

$$p/C: 0,015/0,005 = 3 \quad p/H: 0,035/0,005 = 7 \quad p/N: 0,005/0,005 = 1 \quad p/O: 0,005/0,005 = 1$$

A fórmula mínima é: **C₃H₇NO** (M.molar = 73 g/mol)

Logo: $N = 73/73 = 1$; portanto a fórmula mínima é igual a molecular.

2ª parte: Questões propostas

01. Durante a combustão de 4,25 g de certa substância ocorreu formação de 13,2 g de CO_2 e 5,85 g de H_2O . A densidade de vapor dessa substância em relação ao ar ($M = 29\text{g/mol}$) é 5,82 g/mol. Com base nessas informações, calcule a fórmula molecular dessa substância.

02. 10 mL de um hidrocarboneto gasoso queimaram na presença de 100 mL de gás oxigênio. Após o resfriamento, o volume do vapor foi reduzido para 95 mL. Em seguida, adicionou-se KOH e o volume foi reduzido para 75 mL. O sistema final apresenta somente oxigênio. Todos os volumes foram medidos nas MCTP. Com base nas informações acima, calcule a fórmula molecular do hidrocarboneto.

Dica LC: O KOH tem a função de absorver o $\text{CO}_2(\text{g})$ formado.

03. Um composto orgânico A foi queimado completamente. Esse composto é constituído de C, H, N, O e Cl. A amostra do composto A queimado foi de 0,645 g. A queima gerou 0,44 de CO_2 e 0,18 g de H_2O . Todo N_2 gerado foi convertido em 0,085 g de NH_3 , enquanto todo o cloro gerado foi convertido em um precipitado de AgCl que, depois de lavado e seco, pesou 1,435 g.

a) Qual a fórmula mínima do composto?

b) Qual a massa de O_2 consumida no processo?

c) Sabendo que o composto A possui 4 átomos de Cl, qual a sua fórmula molecular?

04. Um composto cuja molécula contém apenas carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio foi queimado em presença de O_2 , fornecendo uma mistura gasosa de CO_2 , H_2O e N_2 . A água presente nesta mistura foi condensada e correspondeu a $1/6$ do total de mols. Verificou-se que o CO_2 representava 80% em mol da fração não condensada.

Determine:

a) a fórmula mínima do composto, sabendo-se ainda que sua molécula contém tantos átomos de carbono quanto de oxigênio;

b) a fórmula molecular do composto, sabendo-se que 170,4 g do mesmo, no estado gasoso a 800 K e 0,64 atm, ocupam 82 L;

c) a massa mínima de O_2 necessária para a combustão completa de 213,0 g deste composto

05. Uma mistura gasosa de hidrogênio e um composto A está contida em um recipiente de 10,0 L, sob pressão de 0,74 atm e temperatura de 27 °C. Posteriormente, adiciona-se ao recipiente a quantidade estequiométrica de oxigênio para a combustão completa da mistura, que gera 17,6 g de CO_2 . Quando a mistura de produtos é resfriada a 27 °C, o valor da pressão se reduz a 2,46 atm. A análise elementar revelou que A é formado por carbono

e hidrogênio. Sabe-se, ainda, que o composto A é gasoso a 25 °C e 1 atm. Considerando que os gases se comportam idealmente,

a) determine a fórmula molecular de A e as pressões parciais de A e de hidrogênio nas condições iniciais do problema.

Dica LC: hidrocarbonetos gasosos a 25°C e 1 atm contém no máximo quatro carbonos.

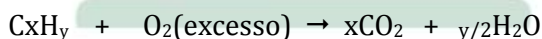
06. A combustão completa de 3,0 g de certo composto orgânico X produz, exclusivamente, 6,6 g de CO₂ e 3,6 g de H₂O. A 100 °C, 5,3 g de X (que se encontra no estado gasoso a esta temperatura) são misturados com 14 g de N₂ em um recipiente de volume 3,0 litros. A pressão medida no interior do recipiente, nestas condições, é igual a 6,0 atm. Considere que os gases, no interior do recipiente, se comportam idealmente. Determine a composição centesimal do composto X, suas fórmulas mínima, molecular.

07. Um determinado metal forma dois óxidos distintos, nos quais as percentagens em massa de oxigênio são 32,0% e 44,0%. Determine a massa atômica do metal.

Dica LC: Óxido é um composto binário onde o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

08. Um gás ideal desconhecido contendo 80 % em massa de carbono e 20% em massa de hidrogênio tem massa específica 1,22 g/L, quando submetido à de 1,0 atm e à temperatura de 27°C. Determine a fórmula molecular desse gás.

09. Um hidrocarboneto é queimado em excesso de oxigênio, segundo a reação:



Observou-se que, para cada 1,0 g de H₂O há formação de 1,955 g de CO₂. Determine a fórmula empírica do hidrocarboneto.

10. $6,02 \times 10^{20}$ moléculas de aspirina pesam 0,18 g. Sua composição centesimal é: 60% de C, 4,44% de H e 35,56% de O. Calcule a fórmula molecular da aspirina.

11. Ao queimar completamente 5 g de certo hidrocarboneto gasoso produziu-se 7,72 L de gás carbônico e 9,6 L de vapor de água nas CNTP. Sabendo-se que 1,0 L do hidrocarboneto, nas CNTP pesam 2,59 g, calcule a fórmula molecular desse hidrocarboneto.

12. Uma argila apresenta 45% de sílica e 10% de umidade. Se secarmos completamente esta argila, o teor de sílica será?

13. O FeSO₄ · xH₂O, quando aquecido a cerca de 120°C, perde 45,3% de sua massa. Quantas são as moléculas de água de cristalização no sal hidratado?

14. Um composto X apresenta 38,71% de C, 16,13% de H e 45,16% de N. A velocidade de X é 0,254 da velocidade de difusão do hidrogênio. Determine o número de átomos existentes neste composto.