



# RECURSOS DIDÁCTICOS

QUINTO DE SECUNDARIA

QUÍMICA

## COMPOSICION CENTESIMAL – FORMULA EMPIRICA Y MOLECULAR

I. Composición Centesimal.- Es la composición cuantitativa de una sustancia expresada como un porcentaje (por lo general, en peso) de sus componentes o elementos.

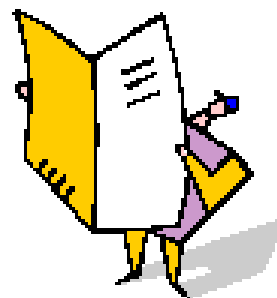
\* Problema : Si una muestra de 1,62 g de nicotina contiene 1,20 g de carbono, 0,14 g de hidrógeno y 0,28 g de nitrógeno. ¿Cuál será su composición centesimal?

Respuesta : La composición centesimal se calcula de la siguiente manera :

$$\text{Porcentaje de carbono} : \frac{1,20\cancel{g}}{1,62\cancel{g}} \times 100 = 74,08\%$$

$$\text{Porcentaje de hidrógeno} : \frac{0,14\cancel{g}}{1,62\cancel{g}} \times 100 = 8,64\%$$

$$\text{Porcentaje de nitrógeno} : \frac{0,28\cancel{g}}{1,62\cancel{g}} \times 100 = 17,28\%$$



El segundo paso en la determinación de la fórmula molecular de un compuesto es encontrar su **fórmula mínima**.

II. Fórmula Mínima.- Es la menor relación de los átomos que forman la molécula en cuestión, en función de números enteros.

\* Problema : Dada la composición centesimal de la nicotina del problema, hallar su fórmula mínima.

Respuesta : Tomamos los porcentajes de los diferentes constituyentes y los dividimos por los respectivos pesos atómicos :

$$\text{Carbono} : \frac{74,08}{12} = 6,17$$

$$\text{Hidrógeno} : \frac{8,64}{1} = 8,64$$

$$\text{Nitrógeno} : \frac{17,28}{14} = 1,23$$

Estos cocientes nos dan la relación en que están presentes los diferentes moles de átomos pero, como no son enteros, no constituyen una fórmula mínima.

Para convertirlos en enteros dividimos los tres cocientes por el menor de ellos :

$$\text{Carbono} : \frac{6,17}{1,23} = 5,01$$

$$\text{Hidrógeno} : \frac{8,64}{1,23} = 7,02$$

$$\text{Nitrógeno} : \frac{1,23}{1,23} = 1,00$$



Obteniendo de este modo la fórmula mínima  $C_2H_7N$ .

- \* **Problema** : El ácido carbónico es la bien conocida vitamina C. el análisis de una muestra de vitamina C, cuyo peso es 1,27 g, dio la siguiente composición : carbono 0,521 g, hidrógeno 0,058 g y el resto, oxígeno. Determinar la fórmula mínima de la vitamina C.

**Respuesta** : Primero determinamos la composición centesimal :

$$\text{Porcentaje de carbono} : \frac{0,521\cancel{g}}{1,274\cancel{g}} \times 100 = 40,90\%$$

$$\text{Porcentaje de hidrógeno} : \frac{0,058\cancel{g}}{1,274\cancel{g}} \times 100 = 4,55\%$$

$$\text{Porcentaje de oxígeno} : \frac{0,695\cancel{g}}{1,274\cancel{g}} \times 100 = 54,55\%$$

Luego dividimos los porcentajes por los respectivos pesos atómicos, para así poder determinar qué relación guardan los átomos de los diferentes elementos en la molécula del compuesto.

$$\text{Carbono} : \frac{40,9}{12} = 3,40$$

$$\text{Hidrógeno} : \frac{4,55}{1} = 4,55$$

$$\text{Oxígeno} : \frac{54,55}{16} = 3,40$$

Estos números nos dan la relación en que se encuentran los átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno en el compuesto, pero no son enteros como lo requiere la definición de la fórmula mínima; por tanto, debemos buscar aquellos enteros que guarden entre sí la relación. La forma de conseguir esto es la siguiente : primero se dividen todos los cocientes por el menor y, si todavía resultan cocientes no enteros, se multiplican todos ellos por el menor número que los convierta en enteros.

$$\text{Carbono} : \frac{3,40}{3,40} = 1,00$$

$$\text{Hidrógeno} : \frac{4,55}{3,40} = 1,33$$

$$\text{Oxígeno} : \frac{3,40}{3,40} = 1,00$$

$$\text{Carbono} : 1,00 \times 3 = 3$$

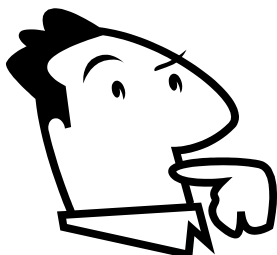
$$\text{Hidrógeno} : 1,33 \times 3 = 4$$

$$\text{Oxígeno} : 1,00 \times 3 = 3$$

∴ la fórmula empírica es :  $C_3H_4O_3$

Por tanto, la fórmula mínima será :  $C_3H_4O_3$

Otra posibilidad para resolver este problema consiste en establecer relaciones entre átomos gramo. Comenzaremos por dividir las cantidades presentes de los diferentes elementos por los pesos atómicos de cada uno de ellos :



$$\frac{0,521\cancel{g}}{12\cancel{g}/atg} = 0,043 \text{ at g de C}$$

$$\frac{0,058\cancel{g}}{1,00\cancel{g}/atg} = 0,058 \text{ at g de H}$$

$$\frac{0,695\cancel{g}}{16\cancel{g}/atg} = 0,043 \text{ at g de O}$$

De igual manera que en el caso anterior, transformamos esta relación en una relación de números enteros dividiendo todos estos cocientes por el menor de ellos :

$$\frac{0,043}{0,043} = 1 \quad ; \quad \frac{0,058}{0,043} = 1,3 \quad ; \quad \frac{0,043}{0,043} = 1$$

Luego multiplicamos este cociente por 3 para transformarlos todos en enteros y obtenemos la fórmula mínima :  $C_3H_4O_3$ .

- \* **Problema** : Cabe preguntarse a estas alturas si, llegados al último paso del problema, encontraremos siempre y en todos los casos un entero capaz de transformar todos los coeficientes en números enteros.

**Respuesta** : La respuesta es sí, siempre existirá ese entero, pues los porcentajes de los que partimos no son inventados por nosotros, sino que pertenecen a un compuesto real que existe y en el cual la relación de los átomos que lo constituyen está en función de números enteros, ya que los átomos no se fraccionan.

### III. Fórmula Molecular

La **fórmula molecular** es aquella que verdaderamente representa la constitución de un compuesto y es siempre un múltiplo entero de la fórmula mínima.

Para encontrarla es necesario conocer el peso de la fórmula mínima, o sea : la suma de los pesos atómicos de los elementos que la constituyen y el peso molecular del compuesto, que se determina por un método físico.

El múltiplo por el que se ha de multiplicar la fórmula mínima es del cociente de ambos pesos.

- \* **Problema** : El peso molecular de la nicotina es de 162 g/mol; haciendo uso del resultado del problema 1 encontrar su fórmula molecular.

**Respuesta** : La fórmula mínima encontrada en el problema 1 era  $C_5H_7N$  y, por tanto, su peso será :

$$5 \times 12 + 7 \times 1 + 14 = 81 \text{ g/mol}$$

Como el peso molecular es de 162 g/mol, en un mol de compuesto hay  $162 \div 81 = 2$  moles del compuesto representado por la fórmula mínima; por tanto, la fórmula molecular será :  $C_{10}H_{14}N_2$ .

## EJERCICIOS DE APLICACIÓN

- Hallar la composición centesimal del monóxido de carbono (Co). P.A. (C = 12, O = 16)
  - %C = 42,9 ; %O = 57,1
  - %C = 40 ; %O = 60
  - %C = 50 ; %O = 50
  - %C = 70 ; %O = 30
  - N.A.
- Hallar el % de carbono que existe en el siguiente compuesto  $\text{CaCO}_3$ . P.A. (Ca = 40, C = 12, O = 16)
  - 24
  - 12
  - 36
  - 40
  - 50
- Señalar la composición centesimal del compuesto :  $\text{Br}_2\text{O}_5$ . P.A.(Br = 80, O = 16)
  - 66,7% Br 33,3% O
  - 60% Br 40% O
  - 68% Br 32% O
  - 70% Br 30% O
  - 50% Br 50% O
- Determinar la composición centesimal del fósforo en el  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . P.A. (Ca = 40, P = 31, O = 16)
  - 10%
  - 20
  - 30
  - 40
  - 60
- ¿Qué peso del aluminio se tendrá en 400 g de " $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ " con 40% impurezas? P.A. (Al = 27, N = 14, O = 16)
  - 30,42
  - 36,20
  - 25,80
  - 41,81
  - N.A.
- ¿Qué peso de calcio tendrá en 80 g de  $\text{CaCO}_3$ ? P.A. (Ca = 40, C = 12, O = 16)
  - 32 g
  - 36
  - 30
  - 38
  - 39
- 180 g de muestra contiene el 10% de kg. Si agregamos 12 gramos de KBr. ¿Cuál será el % en la muestra final?
  - 15,6%
  - 16,6
  - 17,6
  - 18,6
  - N.A.
- ¿Qué peso de oxígeno se tendrá en 30 g de un mineral que contiene el 90% de  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ? P.A. (Fe = 56, O = 16, H = 1)
  - 96 g
  - 86
  - 76
  - 56
  - 66
- ¿Cuál es el porcentaje de nitrógeno (poder fertilizante del :  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )?
  - 40%
  - 35
  - 20
  - 36
  - 21
- En 850 g del compuesto  $\text{NaNO}_3$ . ¿Cuántos gramos de sodio existen? P.A. (Na = 23, N = 14, O = 16)
  - 23 g
  - 230
  - 2,3
  - 0,23
  - N.A.
- Un carbón húmedo contiene 60% de carbón puro y 10% de agua. Hallar el % de un carbón puro en la muestra seca.
  - 66,7%
  - 76,7
  - 78,6
  - 86,7
  - 87,7
- Calcular la fórmula empírica de un compuesto formado por : C = 92,3% , H = 7,7%. P.A. (C = 12, H = 1)
  - $\text{C}_2\text{H}$
  - CH
  - $\text{CH}_2$
  - $\text{CH}_3$
  - $\text{C}_3\text{H}_2$
- Se tiene un hidrocarburo cuya composición centesimal es 80% de carbono. Determine su fórmula molecular sabiendo que su peso molecular es 30. P.A. (C = 12, H = 1)
  - $\text{C}_2\text{H}_6$
  - $\text{CH}_3$
  - $\text{C}_3\text{H}_9$
  - $\text{C}_4\text{H}_{24}$
  - $\text{C}_3\text{H}_9$
- Hallar la fórmula empírica de un compuesto por 24 g de carbono y 80 g de hidrógeno. P.A. (C = 12, H = 1)
  - CH
  - $\text{CH}_2$
  - $\text{CH}_3$
  - $\text{CH}_4$
  - N.A.
- La fórmula empírica de cierto compuesto es  $\text{CH}_3$ ; si el peso molecular de este hidrocarburo (compuesto orgánico donde solo participan hidrógeno y carbono) es 30. ¿Cuál es su fórmula molecular? P.A. (C = 12, H = 1)
  - CH
  - $\text{CH}_3$
  - $\text{CH}_4$
  - $\text{C}_2\text{H}_6$
  - N.A.

## TAREA DOMICILIARIA N° 5

- ¿Cuál es el porcentaje (peso) de hidrógeno que existe en 180 g de agua? P.A. (H = 1, O = 16)
  - 10 g
  - 20
  - 30
  - 90
  - 18
- La composición centesimal de un óxido de manganeso es 63,2% de "Mn" y el resto oxígeno. ¿Cuál es la fórmula empírica? P.A. (Mn = 55, O = 16)
  - MnO
  - MnO<sub>2</sub>
  - Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>
  - Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - MnO<sub>3</sub>
- Hallar el porcentaje de carbono que existe en el siguiente compuesto CaCO<sub>3</sub>. P.A. (Ca = 40, C = 12, O = 16)
  - 24
  - 12
  - 36
  - 40
  - 50
- Una sustancia orgánica contiene el 80% de agua, 2% de proteína y el resto de otras sustancias. Determine el porcentaje de proteína en la muestra seca.
  - 10%
  - 20
  - 30
  - 40
  - 50
- Determine el peso de calcio en 500 g de un mineral que contiene el 80% de CaCO<sub>3</sub>. P.A. (Ca = 40, C = 12, O = 16)
  - 16 g
  - 160
  - 320
  - 300
  - 380
- ¿Qué peso de sodio se tendrá en 600 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>? P.A. (Na = 23, S = 32, O = 16)
  - 120 g
  - 194,4
  - 170,4
  - 178,9
  - 128,9
- En el siguiente compuesto : CaSO<sub>4</sub> . 2 H<sub>2</sub>O. Hallar el % de agua existente. P.A. (Ca = 40, S = 32, O = 16, H = 1)
  - 20%
  - 21
  - 22
  - 23
  - 24
- Un carbón húmedo contiene 80% de carbono puro y 7% de agua. Hallar el % de carbón puro en la muestra seca. P.A. (C = 12)
  - 80%
  - 86
  - 90
  - 10
  - 95
- Calcular la fórmula empírica de un compuesto cuyo contenido es el siguiente : 0,125 at - g de nitrógeno y 0,250 at - g de oxígeno. P.A. (N = 14, O = 16)
  - NO<sub>2</sub>
  - NO
  - N<sub>2</sub>O
  - N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>
  - N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Calcular la fórmula empírica de un compuesto cuya composición centesimal es : Br = 66,7% , O = 31,3%. P.A. (Br = 80, O = 16)
  - Br<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
  - BrO
  - BrO<sub>3</sub>
  - Br<sub>2</sub>O
  - Br<sub>3</sub>O<sub>5</sub>
- Un análisis de un compuesto da la siguiente composición centesimal H : 5% , Si : 35% , O : 60%. ¿Cuál es su fórmula empírica?
  - HSiO
  - H<sub>4</sub>SiO<sub>3</sub>
  - H<sub>2</sub>SiO
  - H<sub>4</sub>SiO<sub>5</sub>
  - HSi<sub>2</sub>O
- Se tiene un óxido de hierro que contiene 70% de hierro. ¿Cuál es su fórmula empírica? P.A. (Fe = 56, O = 16)
  - FeO
  - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>
  - FeO<sub>2</sub>
  - FeO<sub>3</sub>
- Un compuesto contiene 6 g de carbono y 1 g de hidrógeno, si su peso molecular es 56. hallar su fórmula molecular. P.A. (C = 12, H = 1)
  - CH
  - C<sub>2</sub>H
  - C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>
  - C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
  - C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>
- Hallar la fórmula empírica de un compuesto formado por C → 80% ; H → 20%
  - CH
  - CH<sub>2</sub>
  - C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>
  - CH<sub>3</sub>
  - CH<sub>4</sub>
- Un compuesto orgánico posee 5 at-g de hierro,  $24,092 \times 10^{23}$  átomos de carbono y 8 g de hidrógeno. ¿Cuál es la fórmula empírica del compuesto?
  - Fe<sub>5</sub>C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>
  - FeCH
  - Fe<sub>2</sub>C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>
  - C<sub>5</sub>Fe<sub>2</sub>H<sub>3</sub>
  - FeCH<sub>8</sub>