

— Determinamos la fórmula empírica y hallamos su masa molar.

Fórmula empírica: C_2H_4O

$$M_r(C_2H_4O): 2 \cdot 12,01 + 4 \cdot 1,01 + 1 \cdot 16,00 = 44,06$$

$$M(C_2H_4O): 44,06 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

— Hallamos el coeficiente n por el cual hemos de multiplicar la fórmula empírica.

$$n = \frac{M(\text{compuesto})}{M(C_2H_4O)} = \frac{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1$$

Por tanto, la fórmula molecular es C_2H_4O , y coincide con la fórmula empírica.

15. Datos: $M(\text{quinina}) = 325 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; composición centesimal: 74,1 % C; 9,9 % O; 8,6 % N y 7,4 % H.

Incógnitas: fórmula molecular de la quinina

— En primer lugar, y conociendo la composición centesimal, calculamos los moles de cada elemento.

$$n(C) = 74,1 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}}} = 6,17 \text{ mol C}$$

$$n(H) = 7,4 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,01 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}}} = 7,3 \text{ mol H}$$

$$n(O) = 9,9 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}} \cdot \frac{1 \text{ mol O}}{16,00 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}}} = 0,62 \text{ mol O}$$

$$n(N) = 8,6 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}} \cdot \frac{1 \text{ mol N}}{14,01 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}}} = 0,61 \text{ mol N}$$

— Buscamos la relación molar.

$$\frac{N(\text{átomos de C})}{N(\text{átomos de N})} = \frac{n(C)}{n(N)} = \frac{6,17 \text{ mol C}}{0,61 \text{ mol N}} \approx \frac{10 \text{ mol C}}{1 \text{ mol N}}$$

$$\frac{N(\text{átomos de H})}{N(\text{átomos de N})} = \frac{n(H)}{n(N)} = \frac{7,33 \text{ mol H}}{0,61 \text{ mol N}} \approx \frac{12 \text{ mol H}}{1 \text{ mol N}}$$

$$\frac{N(\text{átomos de O})}{N(\text{átomos de N})} = \frac{n(O)}{n(N)} = \frac{0,62 \text{ mol O}}{0,61 \text{ mol N}} \approx \frac{1 \text{ mol O}}{1 \text{ mol N}}$$

$$\frac{N(\text{átomos de N})}{N(\text{átomos de N})} = \frac{n(N)}{n(N)} = \frac{0,61 \text{ mol N}}{0,61 \text{ mol N}} \approx \frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol N}}$$

— Determinamos la fórmula empírica: $C_{10}H_{12}NO$ con $M(C_{10}H_{12}NO): 10 \cdot 12,0 + 12 \cdot 1,01 + 14,01 + 16,00 = 162$; $M: 162 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

— Hallamos el coeficiente n por el cual hemos de multiplicar la fórmula empírica.

$$n = \frac{M(\text{compuesto})}{M(C_{10}H_{12}NO)} = \frac{325 \text{ g} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}}}{162 \text{ g} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}}} = 2$$

Por tanto, la fórmula molecular es: $C_{20}H_{24}N_2O_2$.

16. Datos: $M(\text{hidrocarburo}) = 72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; por cada mol de compuesto hay 60 g de C.

Incógnitas: fórmula molecular del hidrocarburo

— Calculamos la cantidad de cada elemento, teniendo en cuenta las masas molares.

$$n(C) = 60 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}}} = 5,0 \text{ mol C}$$

$$n(H) = 12 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,01 \text{ g} \cdot \cancel{\text{g}^{-1}}} = 12 \text{ mol H}$$

— Buscamos la relación entre la cantidad de átomos, que es igual a la relación molar.

$$\frac{N(\text{átomos de H})}{N(\text{átomos de C})} = \frac{n(H)}{n(C)} = \frac{12 \text{ mol H}}{5,0 \text{ mol C}}$$

Obtenemos la fórmula empírica: C_5H_{12} .

— Hallamos el coeficiente n por el cual hemos de multiplicar la fórmula empírica.

$$n = \frac{M(\text{compuesto})}{M(C_5H_{12})} = \frac{72 \text{ g} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}}}{72 \text{ g} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}}} = 1$$

La fórmula molecular del compuesto es C_5H_{12} . Por tanto, las fórmulas molecular y empírica coinciden en este caso.

17. Las técnicas espectroscópicas se fundamentan en la espectrometría, que consiste en la medición de la cantidad de energía radiante que absorbe o transmite un sistema químico en función de la longitud de onda.

Las técnicas no espectroscópicas se basan en otras propiedades de la materia, como puede ser la velocidad de migración de los componentes de una mezcla en el caso de la cromatografía, o la medida del potencial eléctrico en las técnicas electroquímicas, por ejemplo.

A la hora de elegir una determinada técnica debemos tener en cuenta diversos criterios: el estado físico de la sustancia que se va a analizar (*analito*), si se trata de un elemento o un compuesto, si la muestra se puede destruir, el coste económico, etc.

18. Para determinar la cantidad de oro en un mineral debería llevarse a cabo una espectrometría de absorción atómica, ya que el objetivo es analizar la concentración de un elemento en una muestra.
19. Mediante espectrometría de absorción atómica se pueden resolver los problemas analíticos siguientes:
- Identificación de azufre en una roca.
 - Análisis de la composición química de un veneno.
 - Determinación de la cantidad de plomo contenida en un juguete de plástico.
 - Verificación de la autenticidad de una obra de arte (pintura).

En todas ellas el objetivo es analizar un elemento químico.

Sin embargo, el problema b) (Determinación analítica de compuestos orgánicos) se debería llevar a cabo mediante espectrometría molecular, ya que no se trata de analizar elementos, sino compuestos.

20. Seguimos estos pasos:

— Entramos en Internet y buscamos imágenes de espectrómetros.