

## Determinación de Fórmulas 2

20. El término isómero fue acuñado por Berzelius, el mismo que introdujo los símbolos de los elementos químicos tal y como los conocemos, a principios del siglo XIX. Si te dicen que un enol no cíclico contiene un 22% de oxígeno, éste deberá tener una fórmula molecular

- a)  $C_3H_6O$                       b)  $C_4H_8O$                       c)  $C_3H_8O$   
 d)  $C_4H_{10}O$                       e) Ninguna de las dadas

$$C=12/O=16/H=1.$$

### SOLUCIÓN

Todo compuesto orgánico no cíclico, con un doble enlace y una función alcohol (enol), deberá tener como fórmula general  $C_nH_{2n}O$ , por lo tanto se podrá establecer una relación  $\frac{C_nH_{2n}O}{O} = \frac{100}{22}$ . Expresado en función de sus masas

atómicas  $\frac{12n+2n+16}{16} = \frac{100}{22}$ . Resolviendo,  $n=3$ . Por lo que la fórmula molecular será  $C_3H_6O$ , como se indica en la propuesta a

21. Un ácido orgánico monocarboxílico e insaturado, tiene un 44,44% de oxígeno. Si sólo puede adicionar un mol de bromo por mol de ácido. Dirás que se trata del ácido de fórmula molecular

- a)  $C_3H_4O_2$                       b)  $C_3H_2O_2$                       c)  $C_4H_4O_2$   
 d)  $C_4H_6O_2$                       e) Ninguna de las dadas

$$C=12/O=16/H=1.$$

### SOLUCIÓN

Un ácido monocarboxílico insaturado que sólo puede adicionar un mol de bromo, sólo podrá tener un doble enlace, por lo que su fórmula general se obtendrá a partir de la de los ácidos eliminando dos H, por lo que será  $C_nH_{2n-2}O_2$ , por lo tanto se podrá establecer una relación  $\frac{C_nH_{2n-2}O_2}{2O} = \frac{100}{44}$ . Expresado en función de sus masas atómicas

$\frac{12n+2n-2+32}{32} = \frac{100}{44}$ . Resolviendo,  $n=3$ . Por lo que la fórmula molecular será  $C_3H_4O_2$ , como se indica en la propuesta a.

22. El ácido láctico fue descubierto por Scheele, en 1780. Su composición se determinó más tarde, con un 40% de C, de 53,3% de O y 6,67% de H. Es un ácido débil y su factor de van't Hoff, puede considerarse 1. Si se prepara una disolución de 2g. del mismo en 100g de agua, la presión de vapor de ésta a 20° pasa de 17,54mmHg a 17,47mmHg, según eso podrás afirmar que su fórmula molecular será:

- a)  $C_2O_2H_2$                       b)  $C_3O_3H_6$                       c)  $C_3O_2H_4$   
 d)  $C_2O_2H_4$                       e) Ninguna de las dadas

$$C,12/O,16/H,1$$

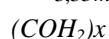
### SOLUCIÓN

#### Determinación de fórmula empírica

$$C) \frac{40,00g}{12g} = 3,33 \text{ moles de átomos de C} \quad H) \frac{6,67g}{1g} = 6,67 \text{ moles de átomos de H} \quad O) \frac{53,30g}{16g} = 3,33 \text{ moles de átomos de O}$$

#### Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{3,33 \text{ moles de átomos de C}}{3,33 \text{ moles de átomos de O}} = 1 \quad H = \frac{6,67 \text{ moles de átomos de H}}{3,33 \text{ moles de átomos de O}} = 2 \quad O = \frac{3,33 \text{ moles de átomos de O}}{3,33 \text{ moles de átomos de O}} = 1 \quad \text{Fórmula mínima}$$



La fórmula molecular se resolverá calculando la masa molar, a partir de la fracción molar hallada a través del descenso de la presión de vapor (propiedades coligativas, Disoluciones 3, de esta sección)

$$) p/p_0 = X_s \quad \frac{17,54 - 17,47}{17,54} = \frac{\frac{2g}{MM}}{\frac{2g}{MM} + \frac{100g}{18g \cdot mol^{-1}}} \quad \text{Para resolverlo mejor, invertimos la expresión y simplificamos}$$

$$250,57 = 1 + \frac{100 \cdot MM \cdot g \cdot mol^{-1}}{36}; \quad MM = 89,8 \text{ g} \cdot mol^{-1}; \quad \text{Por lo tanto } (COH_2)_x = 89,8, \quad 12 \cdot x + 2x + 16x = 89,8;$$

$30x = 89,8; x = 3$ , por lo que la fórmula molecular será  $C_3O_3H_6$  por lo que es correcta la opción b.

23. El platino y el caucho tienen un desarrollo común en Europa. Ambos se trajeron de Sudamérica, en la expedición que La Condamine y Antonio de Ulloa hicieron al Perú con objeto de medir un arco del meridiano. El platino se descubre en el río Pinto, y el caucho de un árbol empleado por los nativos para hacer bolas que rebotaban. La expedición de regreso a España fue atacada por piratas ingleses y el platino y el caucho aparecen en Londres en 1748. Allí, un químico, Priestley que después descubriría el oxígeno, emplea el caucho para borrar huellas de lápiz, rascando sobre el papel, y por eso lo llama rubber (de to rub, frotar). En 1860, el inglés Greville Williams, el primero en estudiar la base de la industria petroquímica, descubre que su estructura elemental depende de un hidrocarburo, que llama isopreno, nombre erróneo propuesto por la creencia de que era un isómero del propileno (iso-pr-eno). Su composición era C: 88,24% H:11,76%, pero 4g. de mismo en estado de vapor, a 127°C y 700mmHg, ocupaban un volumen de 2,095L. Por lo que su fórmula molecular será de:

- a)  $C_6H_{12}$       b)  $C_5H_{10}$       c)  $C_5H_{12}$       d)  $C_5H_8$

$$R=0,082 \text{ atm.L. K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

SOLUCIÓN

*Determinación de fórmula empírica*

$$C) \frac{88,24g}{12g} = 7,35 \text{ moles de átomos de C}$$

$$H) \frac{11,76g}{1g} = 11,76 \text{ moles de átomos de H}$$

*Mínima Relación intermolar de átomos*

$$C = \frac{7,35 \text{ moles de átomos de C}}{7,35 \text{ moles de átomos de C}} = 1$$

$$H = \frac{11,76 \text{ moles de átomos de H}}{7,35 \text{ moles de átomos de C}} = 1,6$$

*Fórmula mínima  $(CH_{1,6})_x$ , el*

*mínimo factor que hace una relación entera será 5, pero se podría determinar a partir del cálculo de la masa molar aplicando  $PV=nRT$*

$$700\text{mmHg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760\text{mmHg}} \cdot 2,095\text{L} = \frac{4g}{MM} \cdot \frac{0,082\text{atm.L}}{K \cdot \text{mol}} \cdot (127 + 273)K; \quad MM=68 \text{ g/mol. de lo que } 12x+1,6x=68;$$

$x=68/13,6=5$ . Por lo que la fórmula molecular será  $C_5H_8$  como se señala en la propuesta d

24. En el "Tyrocinium Chymicum", especie de Biblia química del siglo XVII, publicada en 1624, años después de la muerte de su autor, el inglés John Beguin, aparece un compuesto con el nombre de "espíritu quemante de saturno", que nadie identificaría con su nombre vulgar actual. Su composición es C: 62,1% O:27,6%, y el resto H, pero 4g. de mismo en estado de vapor, a 700mmHg y 400K, ocupaban un volumen de 2,46L. Por lo que su fórmula molecular será:

- a)  $C_3H_6O$       b)  $C_4H_8O$       c)  $C_3H_8O$       d)  $C_4H_{10}O$       e) Ninguna de las dadas

$$R=0,082 \text{ atm.L. K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

SOLUCIÓN:

*Tal como en test anteriores. Determinación de fórmula empírica:*

$$C) \frac{62,10g}{12g} = 5,175 \text{ moles de átomos de C}$$

$$O) \frac{27,60g}{16g} = 1,725 \text{ moles de átomos de O}$$

$$H) \frac{10,3g}{1g} = 10,3 \text{ moles de átomos de H}$$

*Mínima Relación intermolar de átomos*

$$C = \frac{5,175 \text{ moles de átomos de C}}{1,725 \text{ moles de átomos de O}} = 3 \quad H = \frac{10,3 \text{ moles de átomos de H}}{1,725 \text{ moles de átomos de O}} = 6 \quad O = \frac{1,725 \text{ moles de átomos de O}}{1,725 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

*Fórmula mínima  $(C_3OH_6)_x$*

*se determina x a partir del cálculo de la masa molar aplicando,  $PV=nRT$*

$$700\text{mmHg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760\text{mmHg}} \cdot 2,46\text{L} = \frac{4g}{MM} \cdot \frac{0,082\text{atm.L}}{K \cdot \text{mol}} \cdot (400)K; \quad MM=58 \text{ g/mol. de lo que } 36x+6x+16x=58;$$

$x=58/58=1$ . Por lo que la fórmula molecular será  $C_3H_6O$  como se señala en la propuesta d

25. El ácido valeriánico fue descubierto por Chevreul en 1817, que lo nombró ácido delfínico, por extraerlo del aceite del delfín (*delphinus globiceps*), aunque después se encontró que era idéntico al extraído de la planta *Valeriana officinalis*, por lo que le cambió el nombre a ácido valeriánico, mucho más apropiado que la traducción del inglés como ácido valérico. Es un ácido monocarboxílico saturado con un % de oxígeno, del 31,37%, por lo cual dirás que se trata del ácido en la nomenclatura de la IUPAC:

- a) *butanoico*      b) *pentanoico*      c) *etanoico*  
 d) *propanoico*      e) *hexanoico*

**SOLUCIÓN**

Un ácido monocarboxílico saturado tiene por fórmula general  $C_nH_{2n}O_2$ , por lo tanto se podrá establecer una relación  $\frac{C_nH_{2n}O_2}{2O} = \frac{100}{31,37}$ . Expresado en función de sus masas atómicas  $\frac{12n + 2n + 32}{32} = \frac{100}{31,37}$ . Resolviendo,  $n=5$ . Por lo que la fórmula molecular será  $C_5H_{10}O_2$ , que corresponderá al ácido pentanoico como se indica en la propuesta b.

26. Si trabajas normalmente en un laboratorio de Química sueles emplear matraces de fondo plano, conocidos como erlenmeyer para preparar disoluciones o para realizar alguna volumetría. Lo que quizá no sepas es que el que lo creó, el alemán Erlenmeyer, determinó en 1870 la fórmula de un repepolillas, que se solía emplear en las casas, comercializado como naftalina de bolas. Es un hidrocarburo con un % de carbono del 93,75%, siendo el resto H. Disolviendo 0,412g. del compuesto en 10g. de alcanfor se rebaja el punto de congelación de éste en 13 grados centígrados. Por lo que dirás que su fórmula molecular es :

- a)  $C_{10}H_{12}$       b)  $C_{10}H_{10}$       c)  $C_{12}H_{12}$       d)  $C_{10}H_8$

MASAS ATOMICAS: C=12/H=1. Constante crioscópica del alcanfor = 40,4 K.kg.mol<sup>-1</sup>.

**SOLUCIÓN**

*Determinación de fórmula empírica*

$$C) \frac{93,75g}{\frac{12g}{molC}} = 7,81 \text{ moles de átomos de C}$$

$$H) \frac{6,25g}{\frac{1g}{molH}} = 6,25 \text{ moles de átomos de H}$$

*Mínima Relación intermolar de átomos*

$$C = \frac{7,81 \text{ moles de átomos de C}}{6,25 \text{ moles de átomos de H}} = 1,25$$

$$H = \frac{6,25 \text{ moles de átomos de H}}{6,25 \text{ moles de átomos de H}} = 1$$

*Fórmula mínima (C<sub>1,25</sub>H)x*

*El factor x, se deberá hallar a partir del cálculo de la masa molar, por crioscopia (disoluciones 3 de esta sección)*

$$\text{Como } \Delta t = km; \quad 13^\circ C = 40,4^\circ C \cdot kg \cdot mol^{-1} \cdot \frac{0,412g}{0,010kg} \cdot \frac{MASA MOLAR}{128g \cdot mol^{-1}}$$

$12,1,25x + x = 128; \quad 16x = 128; \quad x = 8$ . Por lo tanto la fórmula molecular pedida es  $C_{10}H_8$ . Es correcta la propuesta d

27. En las Mémoires de l'Académie des Sciences francesa, de 1688, aparece con autoría de un médico francés, Duclos, la primera referencia a un ácido extraído del jugo de la acedera, cuando se exprime. Precisamente el nombre de esa planta va ligado a las características ácidas de dicho jugo (oxys, es ácido en griego), por eso a dicho ácido que sería poco más tarde descrito y estudiado por Boerhave, se le denominó oxálico, con el prefijo ox, tal como la planta, oxalis. Es un ácido dicarboxílico saturado de cadena lineal con un 27% C, por lo que dirás que su fórmula molecular es:

- a)  $C_2O_4H_2$       b)  $C_3O_4H_6$       c)  $C_2O_4H_4$   
 d)  $C_2O_2H_4$       e) *Ninguna de las dadas*

C,12/O,16/H,1

**SOLUCIÓN**

Un ácido dicarboxílico saturado tiene por fórmula general  $C_nH_{2n-2}O_4$ , por lo tanto se podrá establecer una relación  $\frac{C_nH_{2n-2}O_4}{nC} = \frac{100}{27}$ . Expresado en función de sus masas atómicas  $\frac{12n + 2n - 2 + 64}{12n} = \frac{100}{27}$ . Resolviendo,  $n=2$ . Por lo que la fórmula molecular será  $C_2H_2O_4$ , que corresponderá a la propuesta a.

28. En 1683, el rey de Suecia, Carlos XI, funda el laboratorio químico modélico (el mejor de Europa, en su tiempo), en Estocolmo, y le encarga la dirección a Urban Hierne El objetivo del laboratorio era estudiar las tierras más favorables para los cultivos, encontrar nuevos remedios médicos, buscar nuevos materiales que resistieran los incendios etc. Los dos primeros trabajos publicados por Hierne salidos de estas investigaciones fueron “Sobre el ácido de las hormigas” y “Sobre el aumento de peso de los metales por calcinación”. No sería el primer trabajo sobre el ácido de las hormigas, porque en 1670, De Wray ya había sometido a las hormigas a destilación. Se trata de un ácido monocarboxílico de cadena lineal cuyo % de oxígeno era del 53,33%, por lo que dirás que su fórmula molecular es :

- a)  $C_2O_2H_2$                       b)  $CO_2H_4$                       c)  $CO_2H_2$   
 d)  $C_2O_2H_6$                       e) Ninguna de las dadas  
 C,12/O,16/H,1

**SOLUCIÓN**

Un ácido monocarboxílico saturado tiene por fórmula general  $C_nH_{2n}O_2$ , por lo tanto se podrá establecer una relación  $\frac{C_nH_{2n}O_2}{2O} = \frac{100}{53,33}$ . Expresado en función de sus masas atómicas  $\frac{12n + 2n + 32}{32} = \frac{100}{53,33}$ . Resolviendo,  $n=1$ . Por lo que la fórmula molecular será  $CH_2O_2$ , como se indica en la propuesta c.

29. Los tártaros en química, eran depósitos (precipitados) que se producían en diferentes procesos, inicialmente en la elaboración del vino, y se llamaron así porque el que los consumía padecía “dolores infernales” (tártaros = infierno en griego). Se dijo que producían gota. Un ácido extraído de los depósitos que dejaba el vino, se llamó ácido tartárico. Es un ácido débil y su factor de van't Hoff puede considerarse 1. Su composición centesimal era 32% de C, 64% de O y el resto H. Si se prepara una disolución de 5g. del mismo en 100g de agua, la presión de vapor de ésta a 15° pasa de 12,79mmHg a 12,714mmHg, según eso podrás afirmar que su fórmula molecular será:

- a)  $C_4O_4H_4$                       b)  $C_4O_2H_6$                       c)  $C_2O_2H_4$   
 d)  $C_4O_6H_6$                       e) Ninguna de las dadas  
 C,12/O,16/H,1

**SOLUCIÓN**

*Determinación de fórmula empírica*

- C)  $\frac{32,00g}{12g} = 2,67$  moles de átomos de C                      H)  $\frac{4g}{1g} = 4$  moles de átomos de H                      O)  $\frac{64,00g}{16g} = 4$  moles de átomos de O

*Mínima Relación intermolar de átomos*

$$C = \frac{2,67 \text{ moles de átomos de C}}{2,67 \text{ moles de átomos de C}} = 1 \quad H = \frac{4 \text{ moles de átomos de H}}{2,67 \text{ moles de átomos de C}} = 1,5 \quad O = \frac{4 \text{ moles de átomos de O}}{2,67 \text{ moles de átomos de C}} = 1,5 \quad \text{Fórmula mínima}$$

que da lugar a una relación atómica entera  $(C_2O_3H_3)_x$

La fórmula molecular se resolverá calculando la masa molar (MM), a partir de la fracción molar hallada a través del descenso de la presión de vapor (propiedades coligativas, Disoluciones 3, de esta sección)

$$) p/p_0 = X_s \quad \frac{12,79 - 12,714}{12,79} = \frac{\frac{5g}{MM}}{\frac{5g}{MM} + \frac{100g}{18g \cdot mol^{-1}}} \quad \text{Para resolverlo mejor, invertimos la expresión y simplificamos}$$

$$168,29 = 1 + \frac{100 \cdot MM \text{ g} \cdot mol^{-1}}{90}; \quad MM = 150,5 \text{ g} \cdot mol^{-1}; \quad \text{Por lo tanto } (C_2O_3H_3)_x = 150,5, \quad 24 \cdot x + 3x + 48x = 150,5;$$

$75x = 150,5; x = 2$ , por lo que la fórmula molecular será  $C_4O_6H_6$  por lo que es correcta la opción d.

30. Un conocido ácido orgánico monocarboxílico, huele bastante mal: una mezcla entre el olor de la mantequilla rancia y los pies sudados, pues precisamente lo eliminamos así. Sin embargo, si se esterifica con etanol, su aroma es el delicioso de la piña, empleándose en las esencias artificiales, componentes normales de tartas, pasteles y helados. Si al quemar 0,5309 g. del éster, obtienes 1,2069 g. de dióxido de carbono y 0,4916 g. de agua. Si la masa molar del mismo se calcula disolviendo 2g en 100g de agua y observando que se produce un descenso crioscópico de 0,321°C, dirás que el ácido original es el:

a) propanoico                      b) butanoico                      c) etanoico

d) metanoico                      e) Ninguno de los mencionados

$C=12/O=16/H=1$ . Constante crioscópica del agua = 1,86 K.kg.mol<sup>-1</sup>.

#### SOLUCIÓN

Se calculan los gramos de C e H en 100g de sustancia a partir del dióxido de carbono y del agua obtenida. Por diferencia a 100, se calculan los de oxígeno, y se determina la fórmula empírica, dividiendo los %, entre las masas atómicas, y determinando la mínima relación entre moles de átomos, considerando el menor como el menor número entero.

$$C) \frac{1,2069g \cdot CO_2}{44g \cdot CO_2} \cdot \frac{12g \cdot C}{molC} \cdot \frac{1molC}{molCO_2} \cdot \frac{100g}{0,5309g} = 62,07\% \qquad H) \frac{0,4916g \cdot H_2O}{18g \cdot H_2O} \cdot \frac{1g \cdot H}{molH} \cdot \frac{2molesH}{molH_2O} \cdot \frac{100g}{0,5309g} = 10,34\%$$

$$O) 100 - 62,07 - 10,34 = 27,59\%$$

Determinación de fórmula empírica

$$C) \frac{62,07g}{12g} = 5,17 \text{ moles de átomos de C} \qquad H) \frac{10,34g}{1g} = 10,34 \text{ moles de átomos de H} \qquad O) \frac{27,59g}{16g} = 1,73 \text{ moles de átomos de O}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{5,17 \text{ moles de átomos de C}}{1,73 \text{ moles de átomos de O}} = 3 \qquad H = \frac{10,34 \text{ moles de átomos de H}}{1,73 \text{ moles de átomos de O}} = 6 \qquad O = \frac{1,73 \text{ moles de átomos de O}}{1,73 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

La fórmula empírica será C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O. Para calcular la fórmula molecular (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O)<sub>x</sub>, se deberá conocer la masa molar.

$$\text{Como } \Delta t = km; \quad 0,321^\circ C = 1,86^\circ C \cdot kg \cdot mol^{-1} \cdot \frac{MASA MOLAR}{0,1kg}, \text{ de lo que masa molar} = 116 g \cdot mol^{-1}.$$

12.3x + 6x + 16x = 116; 58x = 116; x = 2. Por lo tanto la fórmula molecular del éster es C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>. Puesto que se esterificó con etanol, se trata de un ácido monocarboxílico de 4C, o sea el butanoico y el éster el butanoato de etilo. Es correcta la propuesta b

31. El colesterol, es una palabra que influye terror. Ya sabes que puede obturar las arterias, y provocándote una parálisis parcial o total de tu cuerpo. Su fórmula fue determinada por Wieland, por lo cual recibió el Nobel de Química en 1927. Como su nombre indica se trata de un alcohol complejo. Si se queman 0,5g de dicho producto, se obtienen 1,539g de dióxido de carbono, y 0,5362g de agua, por lo cual dirás que su fórmula empírica será:

a) C<sub>27</sub>H<sub>40</sub>O<sub>2</sub>

b) C<sub>27</sub>H<sub>46</sub>O

c) C<sub>27</sub>H<sub>40</sub>O

d) C<sub>27</sub>H<sub>46</sub>O<sub>2</sub>

#### SOLUCIÓN

Tal como en el caso anterior. Determinación de %

$$C) \frac{1,539g \cdot CO_2}{44g \cdot CO_2} \cdot \frac{12g \cdot C}{molC} \cdot \frac{1molC}{molCO_2} \cdot \frac{100g}{0,500g} = 83,94\% \qquad H) \frac{0,5362g \cdot H_2O}{18g \cdot H_2O} \cdot \frac{1g \cdot H}{molH} \cdot \frac{2molesH}{molH_2O} \cdot \frac{100g}{0,500g} = 11,92\%$$

$$O) 100 - 83,94 - 11,92 = 4,14\%$$

Determinación de fórmula empírica

$$C) \frac{83,94g}{12g} = 6,99 \text{ moles de átomos de C} \qquad H) \frac{11,92g}{1g} = 11,92 \text{ moles de átomos de H} \qquad O) \frac{4,14g}{16g} = 0,26 \text{ moles de átomos de O}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{6,99 \text{ moles de átomos de C}}{0,26 \text{ moles de átomos de O}} = 27 \qquad H = \frac{11,92 \text{ moles de átomos de H}}{0,26 \text{ moles de átomos de O}} = 46 \qquad O = \frac{0,26 \text{ moles de átomos de O}}{0,26 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

Es correcta la opción d.

32. En 1812, el polaco Casimir Funk, aísla un compuesto de la cáscara de arroz, que curaba una enfermedad conocida como beriberi, tenía el grupo amina, y por eso la denominó vitamina. Su carencia producía muchas enfermedades, aunque no todas contenían el grupo amino. Al año siguiente se aisló de la yema de huevo una sustancia que se denominó soluble A en grasa, en contraste con el factor antiberiberi, que era soluble B en agua. Se ahí pasaron a ser, por propuesta del bioquímico inglés Drummond, vitamina A y vitamina B. La primera, no contiene nitrógeno. Si se queman 0,5g de dicho producto, se obtienen 1,539g de dióxido de carbono, y 0,472g de agua, por lo cual dirás que su fórmula empírica será:

- a)  $C_{20}H_{30}O_3$                       b)  $C_{20}H_{30}O_2$                       c)  $C_{20}H_{30}O$                       d)  $C_{20}H_{30}O_4$

SOLUCIÓN

Tal como en el caso anterior. Determinación de %

$$C) \frac{1,539g \cdot CO_2}{44g \cdot CO_2} \cdot \frac{12g \cdot C}{molC} \cdot \frac{1molC}{molCO_2} \cdot \frac{100g}{0,500g} = 83,92\% \qquad H) \frac{0,472g \cdot H_2O}{18g \cdot H_2O} \cdot \frac{1g \cdot H}{molH} \cdot \frac{2molesH}{molH_2O} \cdot \frac{100g}{0,500g} = 10,49\%$$

$$O) 100 - 83,92 - 10,49 = 5,59\%$$

Determinación de fórmula empírica

$$C) \frac{83,92g}{12g} = 6,99 \text{ moles de átomos de C} \qquad H) \frac{10,49g}{1g} = 10,49 \text{ moles de átomos de H} \qquad O) \frac{5,59g}{16g} = 0,35 \text{ moles de átomos de O}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{6,99 \text{ moles de átomos de C}}{0,35 \text{ moles de átomos de O}} = 20 \qquad H = \frac{10,49 \text{ moles de átomos de H}}{0,35 \text{ moles de átomos de O}} = 30 \qquad O = \frac{0,35 \text{ moles de átomos de O}}{0,35 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

Es correcta la opción c.

33. Aunque quizá no lo creas, la palabra asesino, quiere decir consumidor de hachis (término que el árabe significa hierba), la planta de la que se obtiene la marihuana, término de origen portugués que significa embriagador. Al parecer una tribu árabe que lo consumía, los haxxaxin, se excitaba así antes de atacar a las caravanas, asesinando a todos. Sin embargo su uso está atestiguado desde el siglo 28 a.C. Es un éter, que también contiene el grupo alcohol. Si se queman 5g de dicho producto, se obtienen 14,9g de dióxido de carbono, y 3,77g de agua, por lo cual dirás que su fórmula empírica será:

- a)  $C_{21}H_{26}O_2$                       b)  $C_{11}H_{13}O$                       c)  $C_{12}H_{13}O_2$                       d)  $C_{21}H_{26}O$

SOLUCIÓN

Tal como en el caso anterior. Determinación de %

$$C) \frac{14,90g \cdot CO_2}{44g \cdot CO_2} \cdot \frac{12g \cdot C}{molC} \cdot \frac{1molC}{molCO_2} \cdot \frac{100g}{5,00g} = 81,29\% \qquad H) \frac{3,77g \cdot H_2O}{18g \cdot H_2O} \cdot \frac{1g \cdot H}{molH} \cdot \frac{2molesH}{molH_2O} \cdot \frac{100g}{5,00g} = 8,39\%$$

$$O) 100 - 81,29 - 8,39 = 10,32\%$$

Determinación de fórmula empírica

$$C) \frac{81,29g}{12g} = 6,77 \text{ moles de átomos de C} \qquad H) \frac{8,39g}{1g} = 8,39 \text{ moles de átomos de H} \qquad O) \frac{10,32g}{16g} = 0,64 \text{ moles de átomos de O}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{6,77 \text{ moles de átomos de C}}{0,64 \text{ moles de átomos de O}} = 11,5 \qquad H = \frac{8,39 \text{ moles de átomos de H}}{0,64 \text{ moles de átomos de O}} = 13 \qquad O = \frac{0,64 \text{ moles de átomos de O}}{0,64 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

Multiplcando por 2 para obtener la mínima relación de números enteros nos da  $C_{21}H_{26}O_2$ . Es correcta la opción a.

34. Los zumos de frutas eran indispensables para prevenir una enfermedad muy característica en los viajeros y exploradores de los siglos XVIII y XIX, que era el escorbuto, nombre de origen holandés aplicado a las dolencias de la piel. Producía el sangrado de las encías y la caída de los dientes. El bioquímico húngaro Albert Szent-Györgyi, aisló en 1924, el principio activo que denominó godnose, por ser un remedio “casi divino” para curar la enfermedad, y tener una composición similar a los azúcares. Sin embargo resultó ser un ácido que bautizó como ascórbico porque lo curaba; sería la tercera vitamina conocida; la C, nombre propuesto por Drummond en 1920. Esta letra tiene su origen en que antes había sido nombrada la A y B en función de su solubilidad. Tiene una composición centesimal C:40,91%, O:54,54% e H:4,55%. Su masa molecular se determinó midiendo a 17°C, la presión osmótica de una disolución preparada con 2 gramos de producto y disolviendo en agua hasta completar 100mL. Ésta era de 2,7 atm. Con estos datos podrás asegurar que su fórmula molecular será:

- a)  $C_6H_8O_4$       b)  $C_6H_8O_2$       c)  $C_6H_8O_6$       d)  $C_8H_8O_4$

SOLUCIÓN

Determinación de fórmula empírica

$$\begin{array}{lll} \text{C)} \frac{40,91\text{g}}{12\text{g}} = 3,41 \text{ moles de átomos de C} & \text{H)} \frac{4,55\text{g}}{1\text{g}} = 4,55 \text{ moles de átomos de H} & \text{O)} \frac{54,54\text{g}}{16\text{g}} = 3,41 \text{ moles de átomos de O} \\ \text{molC} & \text{molH} & \text{molO} \end{array}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{3,41 \text{ moles de átomos de C}}{3,41 \text{ moles de átomos de C}} = 1 \quad H = \frac{4,55 \text{ moles de átomos de H}}{3,41 \text{ moles de átomos de C}} = 1,33 \quad O = \frac{3,41 \text{ moles de átomos de O}}{3,41 \text{ moles de átomos de C}} = 1 \quad \text{Relación COH}_{1,33}$$

que multiplicando por 3, da una relación atómica entera ( $C_3O_3H_4$ )

La fórmula molecular se resolverá calculando la masa molar, a partir de su presión osmótica (propiedades coligativas, Disoluciones 3, de esta sección) aplicando,  $PV=nRT$

$$2,7 \text{ atm} \cdot 0,1 \text{ L} = \frac{2\text{g}}{MM} \cdot \frac{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (17 + 273) \text{ K}; \quad MM = 176 \text{ g/mol. de lo que } 36x + 4x + 48x = 176; \quad x = 176/88 = 2. \text{ Por lo}$$

que la fórmula molecular será  $C_6H_8O_6$  como se señala en la propuesta c

35. Otro alcohol complejo, componentes de las uvas de las que se extrae el vino tinto, es el resveratrol, sustancia de moda, ya que por su formación con polifenoles, no solamente protege la piel exterior, sino que también lo hace con el corazón, disminuyendo el colesterol. Su composición de puede obtener por combustión, ya que quemando 2 g del compuesto se obtienen 5,40g de dióxido de carbono y 0,947g de agua. Con estos datos deducirás que su fórmula empírica es:

- a)  $C_{14}H_{12}O_4$       b)  $C_{14}H_8O_2$       c)  $C_{14}H_{12}O_3$       d)  $C_{14}H_8O_3$

SOLUCIÓN

Determinación de %

$$\begin{array}{ll} \text{C)} \frac{5,40\text{g} \cdot \text{CO}_2}{44\text{g} \cdot \text{CO}_2} \cdot \frac{12\text{g} \cdot \text{C}}{\text{molC}} \cdot \frac{1\text{molC}}{\text{molCO}_2} \cdot \frac{100\text{g}}{2,00\text{g}} = 73,68\% & \text{H)} \frac{0,947\text{g} \cdot \text{H}_2\text{O}}{18\text{g} \cdot \text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{1\text{g} \cdot \text{H}}{\text{molH}} \cdot \frac{2\text{molesH}}{\text{molH}_2\text{O}} \cdot \frac{100\text{g}}{2,00\text{g}} = 5,26\% \\ \text{molCO}_2 & \text{molH}_2\text{O} \end{array}$$

$$\text{O)} 100 - 73,68 - 5,26 = 21,06\%$$

Determinación de fórmula empírica

$$\begin{array}{lll} \text{C)} \frac{73,68\text{g}}{12\text{g}} = 6,13 \text{ moles de átomos de C} & \text{H)} \frac{5,26\text{g}}{1\text{g}} = 5,26 \text{ moles de átomos de H} & \text{O)} \frac{21,06\text{g}}{16\text{g}} = 1,319 \text{ moles de átomos de O} \\ \text{molC} & \text{molH} & \text{molO} \end{array}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{6,13 \text{ moles de átomos de C}}{1,319 \text{ moles de átomos de O}} = 4,66 \quad H = \frac{5,26 \text{ moles de átomos de H}}{1,319 \text{ moles de átomos de O}} = 4 \quad O = \frac{1,319 \text{ moles de átomos de O}}{1,319 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

Multiplicando por 3 para obtener la mínima relación de números enteros nos da  $C_{14}H_{12}O_3$ . Es correcta la opción c.

36. La raíz del nombre del ácido glutárico, que también está en otros compuestos químicos, glutámico, glutamina etc, está el gluten, principio extraído de cereales, cuyo nombre procede del latín gluten, cola pegamento, que lo hace de la raíz gluo, apretar. Precisamente los primeros pegamentos se hicieron a partir del almidón extraído de estos cereales, que producían una interacción por puente de hidrógeno, responsable de estas propiedades. Es un ácido dicarboxílico de cadena lineal, cuya composición es C:45,45%; O:48,49% e H:6,06%. Podrás decir que su fórmula empírica es:

- a)  $C_6H_{10}O_4$       b)  $C_5H_{10}O_4$       c)  $C_6H_8O_4$       d)  $C_5H_8O_4$

SOLUCIÓN

Determinación de fórmula empírica

$$C) \frac{45,45g}{12g} = 3,79 \text{ moles de átomos de C} \quad H) \frac{6,06g}{1g} = 6,06 \text{ moles de átomos de H} \quad O) \frac{48,49g}{16g} = 3,03 \text{ moles de átomos de O}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{3,79 \text{ moles de átomos de C}}{3,03 \text{ moles de átomos de O}} = 1,25 \quad H = \frac{6,06 \text{ moles de átomos de H}}{3,03 \text{ moles de átomos de O}} = 2 \quad O = \frac{3,03 \text{ moles de átomos de O}}{3,03 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

Relación  $C_{1,25}OH_2$  que multiplicando por 4, da una mínima relación atómica entera  $C_5H_8O_4$  que corresponde a la propuesta d

37. Desde hace miles de años las hojas del sauce, se empleaban para mitigar los dolores. De ellas se extrajo el ácido salicílico, nombre que al derivar del de la planta (salix en latín) procede de la sal, con raíz indoeuropea sel\*, dado que como ella busca especialmente la humedad, en este caso para disolverse. Es un ácido orgánico derivado del benceno cuya composición es C:60,87%; O:34,78%; H:4,35%. Con estos datos podrás asegurar que su fórmula empírica es:

- a)  $C_7H_{10}O_3$       b)  $C_7H_8O_3$       c)  $C_7H_6O_3$       d)  $C_7H_{14}O_3$

SOLUCIÓN

Determinación de fórmula empírica

$$C) \frac{60,87g}{12g} = 5,1 \text{ moles de átomos de C} \quad H) \frac{4,35g}{1g} = 4,35 \text{ moles de átomos de H} \quad O) \frac{34,78g}{16g} = 2,17 \text{ moles de átomos de O}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{5,1 \text{ moles de átomos de C}}{2,17 \text{ moles de átomos de O}} = 2,33 \quad H = \frac{4,35 \text{ moles de átomos de H}}{2,17 \text{ moles de átomos de O}} = 2 \quad O = \frac{2,17 \text{ moles de átomos de O}}{2,17 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

Relación  $C_{2,33}OH_2$  que multiplicando por 3, da una mínima relación atómica entera  $C_7H_6O_3$  que corresponde a la propuesta c

38. En residuo de los vinos, se denominó tártaro, y el ácido obtenido de él, tartárico. Sin embargo había varios ácidos tartáricos isómeros. Uno de ellos, ópticamente inactivo se denominó úvico. Al calentarlo se produjo otro compuesto que por este motivo se denominó pirúvico (del griego pyr, fuego). Descubierta por el sueco Berzelius, en 1835, el mismo año en el que definió la catálisis, es un ácido más fuerte de lo normal, líquido de olor picante, que se produce en el organismo en la glicólisis y en el catabolismo de aminoácidos. Su composición centesimal es 40,91% de C, 54,55% de O y el resto H. Según eso dirás que su fórmula empírica será:

- a)  $C_3H_6O_3$       b)  $C_3H_4O_3$       c)  $C_3H_8O_3$       d)  $C_3H_6O_2$

SOLUCIÓN

Determinación de fórmula empírica

$$C) \frac{40,91g}{12g} = 3,41 \text{ moles de átomos de C} \quad H) \frac{4,54g}{1g} = 4,54 \text{ moles de átomos de H} \quad O) \frac{54,55g}{16g} = 3,41 \text{ moles de átomos de O}$$

Mínima Relación intermolar de átomos

$$C = \frac{3,41 \text{ moles de átomos de C}}{3,41 \text{ moles de átomos de O}} = 1 \quad H = \frac{4,54 \text{ moles de átomos de H}}{3,41 \text{ moles de átomos de O}} = 1,33 \quad O = \frac{3,41 \text{ moles de átomos de O}}{3,41 \text{ moles de átomos de O}} = 1$$

Relación  $COH_{1,33}$  que multiplicando por 3, da una mínima relación atómica entera  $C_3H_4O_3$  que corresponde a la propuesta b



39. Scheele, tratando aceite de oliva con litargirio, obtuvo un líquido siruposo, que llamó aceite dulce (más tarde y por ese motivo, glicerina, del griego glycos, dulce). 39,13% de C; 52,17% de O; 8,70% de H. Si se prepara una disolución de 20g. de la misma en 100g de agua, la presión de vapor de ésta a 25° pasa de 23,77mmHg a 22,87mmHg, según eso podrás afirmar que su fórmula molecular será:

- a)  $C_3H_8O_3$       b)  $C_3H_6O_3$       c)  $C_3H_4O_2$   
 d)  $C_3H_8O_2$       e) Ninguna de las dadas

$$C=12/O=16/H=1.$$

**SOLUCIÓN**

*Determinación de fórmula empírica*

$$C) \frac{39,13g}{12g} = 3,26 \text{ moles de átomos de C} \quad H) \frac{8,70g}{1g} = 8,70 \text{ moles de átomos de H} \quad O) \frac{52,17g}{16g} = 3,26 \text{ moles de átomos de O}$$

*Mínima Relación intermolar de átomos*

$$C = \frac{3,26 \text{ moles de átomos de C}}{3,26 \text{ moles de átomos de C}} = 1 \quad H = \frac{8,70 \text{ moles de átomos de H}}{3,26 \text{ moles de átomos de C}} = 2,67 \quad O = \frac{3,26 \text{ moles de átomos de O}}{3,26 \text{ moles de átomos de C}} = 1 \quad \text{Fórmula mínima}$$

*que da lugar a una relación atómica entera  $(COH_{2,66})_x$*

*La fórmula molecular se resolverá calculando x determinando la masa molar MM, a partir de la fracción molar hallada a través del descenso de la presión de vapor (propiedades coligativas, Disoluciones 3, de esta sección)*

$$p/p_0 = X_s \quad \frac{23,77 - 22,87}{23,77} = \frac{\frac{20g}{MM}}{\frac{20g}{MM} + \frac{100g}{18g \cdot mol^{-1}}} \quad \text{Para resolverlo mejor, invertimos la expresión y simplificamos}$$

$$26,41 = 1 + \frac{100 \cdot MM \text{ g} \cdot mol^{-1}}{360}; \quad MM = 91,5 \text{ g} \cdot mol^{-1}; \quad \text{Por lo tanto } (COH_{2,66})_x = 91,5; \quad 12x + 16x + 2,66x = 91,5;$$

$30,66x = 91,5; \quad x = 3$ , por lo que la fórmula molecular será  $C_3O_3H_8$  por lo que es correcta la opción a.