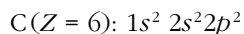


## 1. Explica brevemente cómo el átomo de C alcanza su covalencia cuatro.

La covalencia viene dada por el número de electrones desapareados que tiene el átomo de un elemento dado. En el caso del carbono, tenemos:



Utilizando notación orbital, la configuración electrónica de la capa de valencia es:

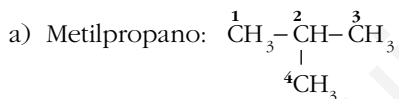


Como tiene dos electrones desapareados, la covalencia es dos. Pero si un electrón  $2s$  promociona al orbital  $2p$  vacío, el C alcanza su covalencia típica, cuatro.

## 2. Explica el tipo de enlace (simple, doble o triple) que une a los átomos de carbono en los siguientes hidrocarburos:

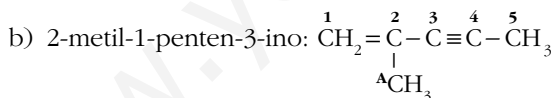
- Metilpropano.
- 2-metil-1-penten-3-ino.
- Etilbenceno.
- 3,3-dimetil-1-buteno.

Indica, además, los carbonos primarios, secundarios y terciarios que hay en cada uno de dichos compuestos.



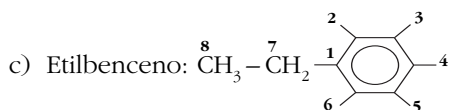
Todos los enlaces carbono-carbono son sencillos. Por otro lado, son carbonos primarios C1, C3 y C4, y carbono terciario C2.

NOTA: La nomenclatura C1, C2, C3 y C4 hace referencia a la forma de identificar cada átomo de C dentro de la molécula, y carece de significado a efectos de formulación.

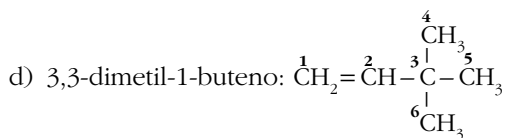


- Son enlaces sencillos los existentes entre C2 y C3, C4 y C5, y C2 y CA (la letra A es una forma de etiquetar el C del grupo  $\text{CH}_3$  unido a C2).
- Existe una unión (enlace) doble entre C1 y C2.
- Hay una unión triple entre C3 y C4.

Son carbonos primarios C1, C5 y CA; secundarios, C3 y C4, y, por último, C2 es un carbono terciario.



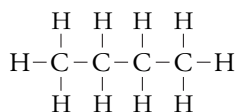
Hay dos enlaces sencillos, enlazando C7 con C8 y C1 con C7, y 3 enlaces dobles que utilizan los átomos de C del anillo bencénico para unirse entre sí. Hay un carbono primario, el C8, y uno terciario, el C1; el resto son secundarios.



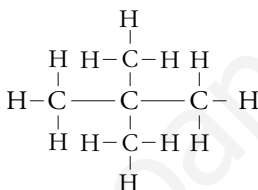
Hay un enlace doble entre C1 y C2, y cuatro enlaces sencillos que unen el átomo C3 con C2, con C4, con C5 y con C6. Los átomos C1, C4, C5 y C6 son carbonos primarios; el C2 es secundario, y el C3, cuaternario.

**3. Escribe la fórmula desarrollada de los siguientes compuestos: a) Butano. b) Dimetilpropano. c) Benceno.**

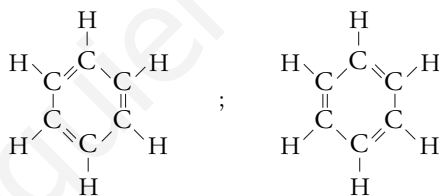
a) Butano:



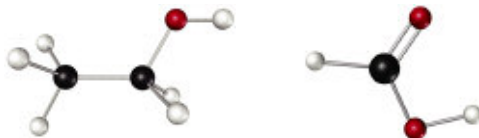
b) Dimetilpropano:



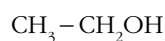
c) Benceno:



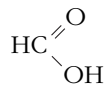
**4. ¿A qué tipos de compuestos corresponden los siguientes modelos moleculares? Escribe su fórmula molecular y nómbralos.**



El de la izquierda es un alcohol, caracterizado por poseer un grupo OH unido a un C. El de la derecha es un ácido, caracterizado por el grupo carboxilo, COOH. Sus fórmulas moleculares y sus nombres son:



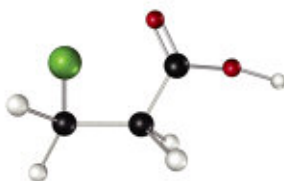
Etanol



Ácido metanoico

**5. Utiliza los códigos de colores indicados en el epígrafe 2, y dibuja un modelo molecular que represente al ácido 3-cloro-propanoico.**

El modelo molecular del ácido indicado en el enunciado es el siguiente:



**6. Calcula la composición centesimal en masa del 1-propanol y del etilmetiléter. ¿A qué es debido el resultado que has encontrado?**

La fórmula condensada del 1-propanol es  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ , y la del etilmetiléter,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-O-CH}_3$ . Pero observa que ambos tienen la misma fórmula molecular,  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ , por lo que los dos compuestos tendrán la misma composición centesimal. Es suficiente, por tanto, hacer un único cálculo.

Como la masa molecular es  $3 \cdot 12,01 + 8 \cdot 1,01 + 1 \cdot 16,00 = 60,11$  u, la composición centesimal será:

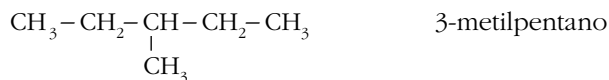
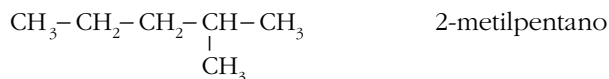
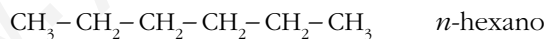
$$\text{C: } \frac{3 \cdot 12,01 \text{ u}}{60,11 \text{ u}} \cdot 100 = 59,94\% \text{ de C}$$

$$\text{H: } \frac{8 \cdot 1,01 \text{ u}}{60,11 \text{ u}} \cdot 100 = 13,44\% \text{ de H}$$

$$\text{O: } \frac{1 \cdot 16,00 \text{ u}}{60,11 \text{ u}} \cdot 100 = 26,62\% \text{ de O}$$

**7. Formula y nombra cinco isómeros de cadena que respondan a la fórmula molecular  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ . ¿Es posible la existencia de isómeros geométricos? ¿Por qué?**

Como la fórmula molecular  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  responde a la fórmula general de un alcano,  $\text{C}_n\text{H}_{2 \cdot n + 2}$ , no es posible la existencia de isomería geométrica, ya que, para ello, se requiere la existencia de (al menos) un doble enlace. Cinco isómeros de cadena pueden ser:



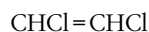
**8. Formula y nombra dos isómeros de posición y dos isómeros de función que respondan (todos ellos) a la fórmula molecular C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O.**

Con la fórmula molecular C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O tenemos:

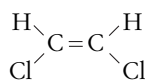
- Isómeros de posición:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$        $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$   
1-propanol      2-propanol
- Isómeros de función:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$        $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$   
Etilmetiléter      1-propanol

**9. Justifica si el 1,2-dicloroeteno presentará isomería geométrica. En caso afirmativo, formula y nombra los isómeros correspondientes.**

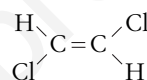
La fórmula condensada del 1,2-dicloroeteno es:



Si escribimos la desarrollada, observamos dos posibilidades:



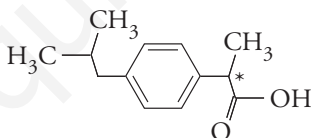
Isómetro *cis*



Isómetro *trans*

Por tanto, este compuesto presenta isomería geométrica. El nombre completo de los isómeros es *cis*-1,2-dicloroeteno y *trans*-1,2-dicloroeteno, respectivamente.

**10. La fórmula del ibuprofeno es:**



**Identifica la función principal y explica brevemente el significado del asterisco.**

La función principal la proporciona el grupo carboxilo, COOH. Por tanto, el ibuprofeno es un ácido.

El asterisco nos indica que el carbono al que acompaña está unido a cuatro grupos distintos; es decir, señala un carbono asimétrico o quiral.

**11. Formula los siguientes compuestos utilizando la notación condensada:**

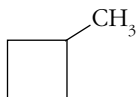
- Ciclopenteno.
- 2,4,6-trimetilheptano.
- Metilciclobutano.
- 3-metil-1,3-heptadien-5-ino.
- 2-cloropropano.
- 1,4-dimetilbenceno.
- Butadiíno.

a) Ciclopenteno:



b) 2,4,6-trimetilheptano:  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

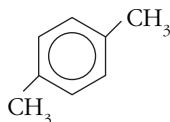
c) Metilciclobutano:



d) 3-metil-1,3-heptadien-5-ino:  $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$

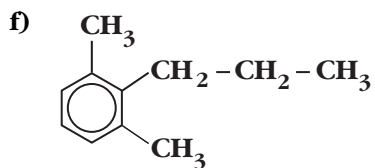
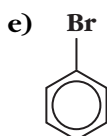
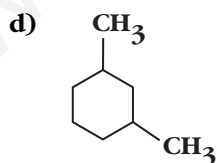
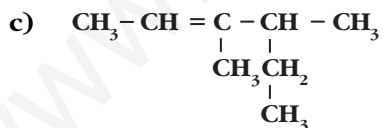
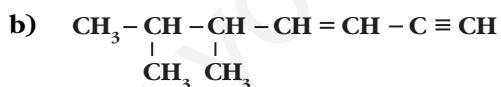
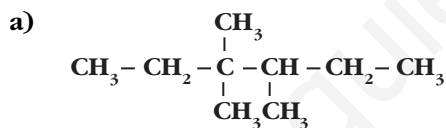
e) 2-cloropropano:  $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_3$

f) 1,4-dimetilbenceno:



g) Butadiño:  $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$

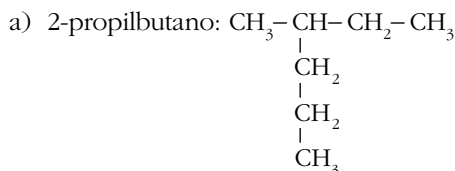
## 12. Nombra los siguientes hidrocarburos:



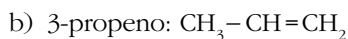
- a) 3,3,4-trimetilhexano.
- b) 5,6-dimetil-3-heptén-1-ino.
- c) 3,4-dimetil-2-hexeno.
- d) 1,3-dimetilciclohexano.
- e) Bromobenceno.
- f) 1,3-dimetil-2-propilbenceno.

**13. Los siguientes nombres son incorrectos. Nómbralos de forma correcta y explica dónde estaba el error:**

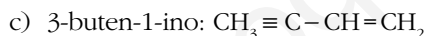
- a) **2-propilbutano.**
- b) **3-propeno.**
- c) **3-buten-1-ino.**
- d) **2,4-pentadieno.**



El nombre correcto es 3-metilhexano, ya que la cadena más larga es la formada por 6 átomos de carbono, no por 4.



Es el 1-propeno; el doble enlace debe quedar localizado con el número más bajo posible.



Es el 1-buten-3-ino. Tiene preferencia el doble enlace sobre el triple enlace si, a efectos de localizar las insaturaciones, es igual empezar por la izquierda que por la derecha.



Es el 1,3-pentadieno, ya que esta numeración es más baja.

**14. Un hidrocarburo gaseoso contiene 14,37% de hidrógeno. Sabiendo que su densidad en c.n. es 1,26 g/L, determina su fórmula molecular.**

La composición centesimal es 14,37% de H y  $100 - 14,37 = 85,63\%$  de C.

Por tanto, en 100 g de compuesto tendremos:

$$\text{C: } \frac{85,63 \text{ g de C}}{12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7,130 \text{ mol de C}$$

$$\text{H: } \frac{14,37 \text{ g de H}}{1,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 14,23 \text{ mol de H}$$

Dividimos por el menor (7,130) para obtener una relación de números sencillos que indique la composición molar del hidrocarburo:

$$\text{C: } \frac{7,130}{7,130} = 1 \text{ mol de C}$$

$$\text{H: } \frac{14,23}{7,130} = 1,996 \approx 2 \text{ mol de H}$$

Por tanto, la fórmula empírica será  $\text{CH}_2$ .

En condiciones normales, el volumen molar es 22,4 L, por lo que la masa de 1 mol (masa molar) será:

$$M_m = \frac{1,26 \text{ g}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 28,22 \text{ g/mol}$$

Luego, la masa molecular del compuesto será 28,22 u. Como la masa de la unidad estructural  $\text{CH}_2$  es 14,03 u, es decir, la mitad, la fórmula molecular será  $(\text{CH}_2)_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$ .

**15. Un compuesto orgánico halogenado contiene un 38,40% de C, 4,80% de H y el resto de cloro. Sabiendo que 2,00 g de dicho compuesto en fase gaseosa, a 750 mmHg y 27 °C, ocupan un volumen de 0,798 L, determina su fórmula molecular.**

La composición centesimal es 38,40% de C, 4,80% de H y  $100 - (38,40 + 4,80) = 56,80\%$  de Cl. Dividiendo por las respectivas masas molares, calculamos la relación molar existente en el compuesto de los tres elementos. Es decir:

$$\text{C: } \frac{38,40 \text{ g de C}}{12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3,197 \text{ mol de C}$$

$$\text{H: } \frac{4,80 \text{ g de H}}{1,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,752 \text{ mol de H}$$

$$\text{Cl: } \frac{56,80 \text{ g de Cl}}{35,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,602 \text{ mol de C}$$

Dividiendo estas cantidades entre la menor, 1,602, obtenemos una relación de números sencillos:

$$\text{C: } \frac{3,197}{1,602} = 1,996 \approx 2 \text{ mol de C}$$

$$\text{H: } \frac{4,752}{1,602} = 2,966 \approx 3 \text{ mol de H}$$

$$\text{Cl: } \frac{1,602}{1,602} = 1 \text{ mol de Cl}$$

La fórmula empírica es  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ , de masa 62,5 u. Aplicando la ecuación de los gases ideales,  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ , obtenemos de forma inmediata la masa molar y, por tanto, la masa molecular. Sustituyendo datos:

$$\frac{750}{760} \text{ atm} \cdot 0,798 \text{ L} = \frac{2,00 \text{ g}}{M_m} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (273 + 27) \text{ K}$$

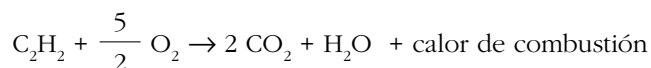
Despejando, obtenemos  $M_m = 62,48 \text{ g/mol}$ . Por tanto, la masa molecular es 62,48 u, que coincide (prácticamente) con la masa de la unidad estructural  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ . En consecuencia, el compuesto clorado tiene de fórmula molecular  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ .

**16. Cuando se queman completamente 50 g de acetileno se desprenden 2712 kJ. Calcula:**

**a) El volumen de oxígeno necesario, medido en condiciones normales, para llevar a cabo la reacción.**

**b) El calor de combustión del acetileno expresado en kJ/mol.**

La ecuación termoquímica ajustada del proceso de combustión es:



a) Como la masa molar del acetileno es 26,04 g/mol, los 50 g de esta sustancia equivalen a:

$$n_{\text{acetileno}} = 50 \text{ g de C}_2\text{H}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{26,04 \text{ g}} = 1,92 \text{ mol de C}_2\text{H}_2$$

Que necesitarán 5/2 veces más de O<sub>2</sub>, tal y como indican los coeficientes estequiométricos de estas dos sustancias en la ecuación química ajustada.

Es decir:

$$n_{\text{O}_2} = 1,92 \text{ mol de C}_2\text{H}_2 \cdot \frac{5/2 \text{ mol de O}_2}{1 \text{ mol de C}_2\text{H}_2} = 4,8 \text{ mol de O}_2$$

Al estar en condiciones normales, el volumen molar del gas O<sub>2</sub> será 22,4 L; por tanto, la cantidad de esta sustancia ocupa un volumen de:

$$V = 4,8 \text{ mol de O}_2 \cdot \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 107,5 \text{ L de O}_2$$

b) El calor desprendido se debe a la combustión de 1,92 moles; luego:

$$\Delta H_r = \frac{2712 \text{ kJ}}{1,92 \text{ mol}} = 1412,5 \text{ kJ/mol}$$

**17. En condiciones ambientales, el propano es un gas, el octano es líquido, y el eicosano (20 °C), sólido. Justifica por qué.**

El estado de agregación depende de la mayor o la menor intensidad de las fuerzas con las que están unidas las moléculas. En el caso de los hidrocarburos, las fuerzas intermoleculares son de Van der Waals de dispersión y aumentan con el volumen molecular.

Como el eicosano es una molécula muy voluminosa, las fuerzas son tan intensas que mantienen fuertemente unidas las moléculas de dicha sustancia; por tanto, se presenta en la naturaleza como un sólido.

**18. Formula los siguientes compuestos utilizando la notación condensada:**

**a) Ácido butanoico.**

**b) 1,2,3-propanotriol.**

**c) Acetato de propilo.**

**d) Ácido cloroacético.**

**e) Ciclohexanona.**



f) Hexanal.

g) 1-hexen-3-ona.

h) 2,3,4-trimetil-2-pentanol.

i) Butiletiléter.

j) Butirato de metilo.

k) Etanodial.

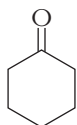
a) Ácido butanoico:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$

b) 1,2,3-propanotriol:  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$

c) Acetato de propilo:  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

d) Ácido cloroacético:  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH}$

e) Ciclohexanona:



f) Hexanal:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$

g) 1-hexen-3-ona:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

h) 2,3,4-trimetil-2-pentanol:  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{COH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

i) Butiletiléter:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

j) Butirato de metilo:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$

k) Etanodial:  $\text{CHO}-\text{CHO}$

**19. Nombra los siguientes compuestos:**

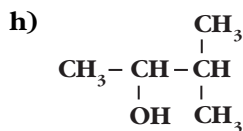
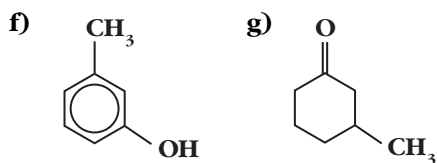
a)  $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$

b)  $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$

c)  $\text{CH}_3\text{OH}$

d)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHO}$

e)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COCH}_3$



- a) Metanoato de etilo.
- b) Ácido propenoico.
- c) Metanol.
- d) Metilpropanal.
- e) Metilbutanona.
- f) 3-metilfenol.
- g) 3-metilciclohexanona.
- h) 3-metil-2-butanol.

**20. De entre los siguientes compuestos:**

- a)  $\text{CH}_2\text{O}$
- b)  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
- c)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
- d)  $\text{CH}_2\text{O}_2$

**indica y nombra cuál (o cuáles) puede ser un alcohol, un éter, un aldehído, una cetona, un ácido o un éster. Considera que cada compuesto solo contiene un grupo funcional y no son ciclos.**

Considerando las insaturaciones como una función, tenemos:

**Un alcohol.** Tienen de fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2 \cdot n + 2}\text{O}$ ; por tanto, solo puede ser b),  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ .

**Un éter.** Tienen la misma fórmula general que los alcoholes; luego, b) también puede ser un éter.

**Un aldehído o una cetona.** Ambas familias tienen de fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2 \cdot n}\text{O}$ , ya que son isómeros funcionales. Por tanto, c) puede ser un aldehído o una cetona, y a) solo puede ser un aldehído, ya que solo tiene un átomo de carbono.

**Un ácido carboxílico.** Responden a la fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2 \cdot n}\text{O}_2$ . Luego, d) puede ser un ácido.

**Un éster.** Tienen la misma fórmula general que los ácidos, siempre y cuando el compuesto tenga un mínimo de dos átomos de carbono. No hay ningún compuesto con estas características entre los propuestos.

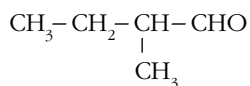
NOTA: Las fórmulas generales están referidas a las condiciones del enunciado.

**21. Formula y nombra todos los aldehídos y cetonas de cadena abierta con cinco átomos de carbono. Repite el ejercicio para los ácidos carboxílicos y los ésteres.**

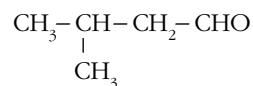
**Aldehídos:**



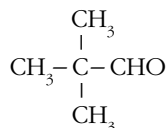
Pentanal



2-metilbutanal



3-metilbutanal



Dimetilpropanal

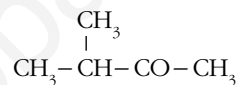
**Cetonas:**



3-pentanona

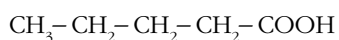


2-pentanona

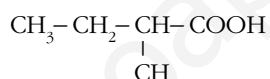


3-metil-2-butanona

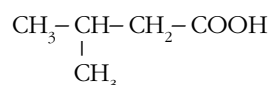
**Ácidos carboxílicos:**



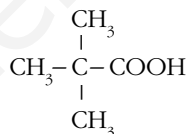
Ácido pentanoico



Ácido 2-metilbutanoico

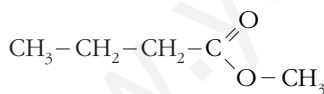


Ácido 3-metilbutanoico

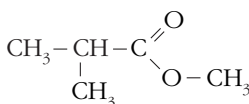


Ácido 2-2-dimetilpropanoico

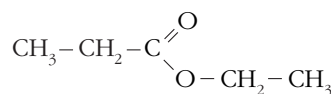
**Ésteres:**



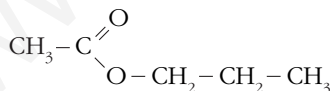
Butanoato de metilo



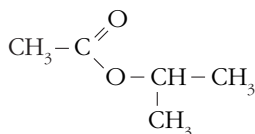
Metilpropanoato de metilo



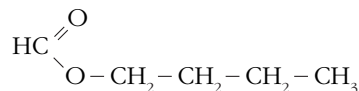
Propanoato de etilo



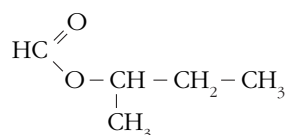
Etanoato de propilo



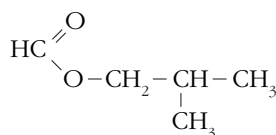
Etanoato de isopropilo



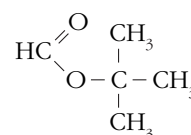
Metanoato de butilo



Metanoato de isobutilo



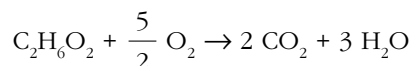
Metanoato de 2-metilpropilo



Metanoato de tercbutilo

**22. Calcula el volumen de aire, medido en condiciones normales de presión y temperatura, necesario para la total combustión de 50 g de etilenglicol. Dato: el porcentaje en volumen de O<sub>2</sub> en el aire es del 21%.**

El etilenglicol, CH<sub>2</sub>OH-CH<sub>2</sub>OH, tiene de fórmula molecular C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>. La reacción de combustión completa viene descrita por la ecuación:



Como la masa molar del etilenglicol es 62,08 g/mol, los 50 g de esta sustancia son:

$$n_{\text{etilenglicol}} = 50 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{62,08 \text{ g}} = 0,8054 \text{ mol de etilenglicol}$$

La ecuación química ajustada nos indica que de O<sub>2</sub> hace falta 5/2 veces más cantidad que de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>, ya que esa es la relación existente entre sus respectivos coeficientes estequiométricos (1 : 5/2). Por tanto, son necesarios:

$$n_{\text{O}_2} = 0,8054 \text{ mol de C}_2\text{H}_6\text{O}_2 \cdot \frac{5/2 \text{ mol de O}_2}{1 \text{ mol de C}_2\text{H}_6\text{O}_2} = 2,014 \text{ mol de O}_2$$

Al estar en condiciones normales, el volumen molar es 22,4 L; luego, el volumen que ocupa esa cantidad de O<sub>2</sub> es:

$$V_{\text{O}_2} = 2,014 \text{ mol de O}_2 \cdot \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 45,1 \text{ L de O}_2$$

El volumen de aire necesario será:

$$V_{\text{aire}} = 45,1 \text{ L de O}_2 \cdot \frac{100 \text{ L de aire}}{21 \text{ L de O}_2} = 214,8 \text{ L de aire}$$

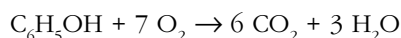
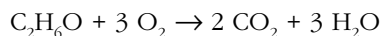
**23. Se queman completamente y por separado 100 g de alcohol etílico y 100 g de fenol. ¿Cuál consume mayor masa de oxígeno?**

Teniendo en cuenta las masas molares del alcohol etílico, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O, 46,08 g/mol, y del fenol, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH, 94,12 g/mol, las masas de los dos reactivos equivalen a:

$$n_{\text{etanol}} = 100 \text{ g de C}_2\text{H}_6\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{46,08 \text{ g}} = 2,170 \text{ mol de C}_2\text{H}_6\text{O}$$

$$n_{\text{fenol}} = 100 \text{ g de C}_6\text{H}_5\text{OH} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{94,12 \text{ g}} = 1,062 \text{ mol de C}_6\text{H}_5\text{OH}$$

Las dos reacciones de combustión son:



Luego, la cantidad de O<sub>2</sub> necesaria en cada caso es:

$$2,170 \text{ mol de C}_2\text{H}_6\text{O} \cdot \frac{3 \text{ mol de O}_2}{1 \text{ mol de C}_2\text{H}_6\text{O}} = 6,510 \text{ mol de O}_2$$

$$1,062 \text{ mol de C}_6\text{H}_5\text{OH} \cdot \frac{7 \text{ mol de O}_2}{1 \text{ mol de C}_6\text{H}_5\text{OH}} = 7,434 \text{ mol de O}_2$$

Es decir, consumen mayor cantidad y, por tanto, mayor masa de O<sub>2</sub> los 100 g de fenol.

**24. Un compuesto oxigenado de masa molecular entre 70 y 100 u contiene un 48,65% de C, un 8,11% de H y un 43,24% de O. Determina su fórmula molecular. Escribe y nombra tres isómeros de él, indicando el tipo de isomería que presentan.**

Teniendo en cuenta las masas molares de C,  $12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; H,  $1,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , y O,  $16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , la cantidad que hay de cada elemento en 100 g de sustancia es:

$$\text{C: } \frac{48,65 \text{ g de C}}{12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,051 \text{ mol de C}$$

$$\text{H: } \frac{8,11 \text{ g de H}}{1,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 8,030 \text{ mol de H}$$

$$\text{O: } \frac{43,24 \text{ g de O}}{16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,703 \text{ mol de O}$$

Dividiendo entre el menor de ellos:

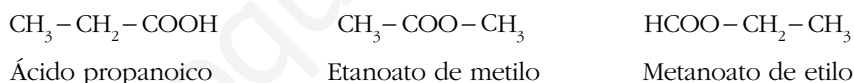
$$\text{C: } \frac{4,051}{2,703} = 1,50 \text{ mol} \quad \text{H: } \frac{8,030}{2,703} = 2,97 \text{ mol} \quad \text{O: } \frac{2,703}{2,703} = 1 \text{ mol}$$

Si multiplicamos todos ellos por 2, obtenemos una relación de números sencillos:

$$\text{C: } 1,50 \cdot 2 = 3 \text{ mol} \quad \text{H: } 2,97 \cdot 2 = 5,94 \approx 6 \text{ mol} \quad \text{O: } 1 \cdot 2 = 2 \text{ mol}$$

Por tanto, la fórmula empírica es  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ . La masa de esta «entidad» es 74,09 u, por lo que la fórmula molecular ha de ser, también,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ .

Tres isómeros que presentan esta fórmula molecular son:



**25. Un ácido monocarboxílico tiene la siguiente composición centesimal: 58,82% de C, 9,80% de H y 31,38% de O. Por otro lado, sabemos que en su estructura hay un carbono asimétrico. Formula y nombra el ácido desconocido.**

Teniendo en cuenta las masas molares de C,  $12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , H,  $1,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , y O,  $16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , será (para 100 g de sustancia):

$$\text{C: } \frac{58,82 \text{ g de C}}{12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,898 \text{ mol de C}$$

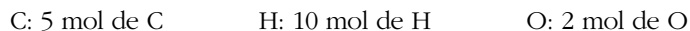
$$\text{H: } \frac{9,8 \text{ g de H}}{1,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,70 \text{ mol de H}$$

$$\text{O: } \frac{43,24 \text{ g de O}}{16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,703 \text{ mol de O}$$

Dividiendo por el menor valor de los tres (1,961):

$$\text{C: } 2,5 \text{ mol de C} \quad \text{H: } 4,95 \text{ mol de H} \approx 5 \text{ mol de H} \quad \text{O: } 1 \text{ mol de O}$$

Y multiplicando por 2:



Por tanto, el ácido tiene de fórmula empírica  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ . Como solo tiene un grupo carboxilo, es decir, 2 átomos de O en la molécula, la fórmula molecular ha de ser la misma. Este compuesto tiene un C quiral; la única posibilidad es:



El carbono quiral es el C2.

**26. Explica brevemente a qué es debida la solubilidad en agua de los compuestos oxigenados.**

Se debe a la posibilidad de formar enlaces de hidrógeno con el agua. La solubilidad disminuye notablemente, llegando el compuesto a ser prácticamente insoluble al aumentar el tamaño de la cadena carbonada, ya que esta es hidrófoba; es decir, repele las moléculas de agua.

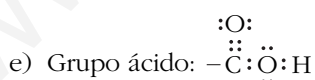
**27. El etanol o alcohol etílico es soluble en agua y, sin embargo, el 1-pentanol no lo es. Justifica a qué es debido este hecho.**

Las fórmulas semidesarrolladas del etanol y del 1-pentanol son:



Como en el 1-pentanol el tamaño de la parte carbonada de la cadena apolar es grande, las repulsiones hacia las moléculas del disolvente también lo serán. El resultado es que dicho compuesto no podrá solubilizarse en el agua.

**28. Escribe las estructuras de Lewis para los grupos funcionales de las siguientes familias: a) Alcohol. b) Éter. c) Aldehído. d) Cetona. e) Ácido carboxílico.**



**29. Formula los siguientes compuestos utilizando la notación condensada:**

a) Tripropilamina.

b) Propanamida.

c) N-metilbutilamina.

d) N,N-dietilpropilamina.

e) 2-metilbutanamida.

f) N,N-dimetiletanamida.

a) Tripropilamina:  $(\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_3\text{N}$

b) Propanamida:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{NH}_2 \end{array}$

c) *N*-metilbutilamina:  $\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

d) *N,N*-dietilpropilamina:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{l} | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} -\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

e) 2-metilbutanamida:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{l} | \\ \text{CH}_3 \end{array} -\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{NH}_2 \end{array}$

f) *N,N*-dimetiletanamida:  $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{N} \begin{array}{l} | \\ \text{CH}_3 \end{array} -\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

### 30. Nombra los compuestos:

a)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

b)  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$

c)  $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

d)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONHCH}_2\text{CH}_3$

e)  $\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$

a)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ : fenilamina.

b)  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ : difenilamina.

c)  $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ : *N,N*-dimetilbutilamina.

d)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONHCH}_2\text{CH}_3$ : *N*-etilbenzamida.

e)  $\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$ : *N,N*-dimetilmetanamida.

### 31. Formula y nombra todas las aminas y amidas posibles de cadena lineal con cuatro átomos de carbono.

Vamos a considerar todas las aminas y amidas posibles que no sean cíclicas:

#### • Aminas:

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$   
Butilamina

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3$   
*N*-metilpropilamina

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
Dietilamina

$\text{CH}_3-\text{CH} \begin{array}{l} | \\ \text{CH}_3 \end{array} -\text{NH}-\text{CH}_3$

*N*-metilisopropilamina

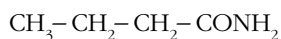
$\text{CH}_3-\text{CH} \begin{array}{l} | \\ \text{CH}_3 \end{array} -\text{CH}_2-\text{NH}_2$

Metilpropilamina

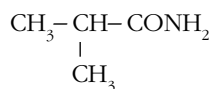
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{l} | \\ \text{CH}_3 \end{array} -\text{NH}_2$

*sec*-butilamina

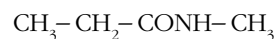
• **Amidas:**



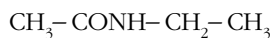
Butanamida



Metilpropanamida



*N*-metilpropanamida



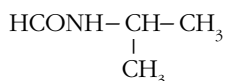
*N*-etiletanamida



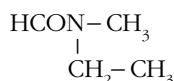
*N,N*-dimetiletanamida



*N*-propilmetanamida



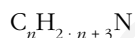
*N*-isopropilmetanamida



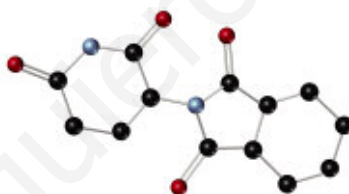
*N*-metil-*N'*-etilmetanamida

**32. Escribe la fórmula general de una amina primaria que no presente insaturaciones.**

Una amina primaria sin insaturaciones responde a la fórmula general:



**33. La talidomida se puede representar por:**



donde las uniones carbono-oxígeno son dobles. Determina su composición centesimal. Dato: los átomos de C y N completan sus valencias con átomos de H.

A la vista del modelo molecular, obtenemos su fórmula molecular. Esta es  $\text{C}_{13}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_4$ . Como su masa molecular es 254,21 u, la composición centesimal de esta sustancia será:

$$\frac{13 \cdot 12,01 \text{ u}}{254,21 \text{ u}} \cdot 100 = 61,42\% \text{ de C}$$

$$\frac{2 \cdot 14,01 \text{ u}}{254,21 \text{ u}} \cdot 100 = 11,02\% \text{ de N}$$

$$\frac{6 \cdot 1,01 \text{ u}}{254,21 \text{ u}} \cdot 100 = 2,38\% \text{ de H}$$

$$\frac{4 \cdot 16,00 \text{ u}}{254,21 \text{ u}} \cdot 100 = 25,18\% \text{ de O}$$

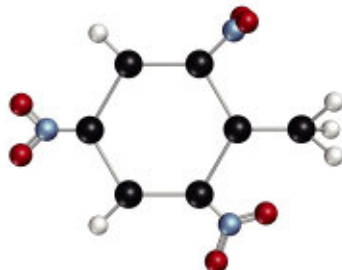
**34. La novocaína,  $\text{C}_{13}\text{H}_{21}\text{N}_2\text{O}_2\text{Cl}$ , es un compuesto que se utiliza como anestésico local. Calcula los gramos de nitrógeno que hay en 2,0 g de muestra.**

La masa molecular de la novocaína,  $\text{C}_{13}\text{H}_{21}\text{N}_2\text{O}_2\text{Cl}$ , es 272,81 u, por lo que su masa molar es 272,81 g/mol. A esta masa, el N contribuye con  $2 \cdot 14,01 \text{ g/mol} = 28,02 \text{ g/mol}$ ; por tanto:

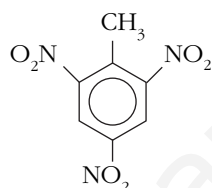
$$\frac{272,81 \text{ g de novocaína}}{28,02 \text{ g de N}} = \frac{2 \text{ g de novocaína}}{x} \rightarrow x = 0,2054 \text{ g de N}$$



35. El trinitrotolueno es un derivado del metilbenceno o tolueno donde se han sustituido tres átomos de H del anillo por tres grupos nitro. A partir del modelo molecular de la figura, escribe su fórmula molecular desarrollada, indicando el tipo de uniones (simples, dobles o triples) que en ella aparecen.



La fórmula molecular semidesarrollada del trinitrotolueno es:



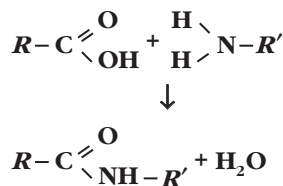
que podemos escribir como  $C_7H_5N_3O_6$ .

Dentro del anillo aromático existen enlaces dobles C=C, y uniones simples C-H en los carbonos  $C_3$  y  $C_5$ . El  $C_1$  del anillo aromático se une mediante enlace sencillo con el C del grupo  $CH_3$ ; en este grupo (grupo metilo) el átomo de C se une a los átomos de H mediante enlaces sencillos.

Por último, el átomo de N, de los grupos  $NO_2$ , se une a un átomo de C del anillo mediante enlace sencillo.

No consideramos la multiplicidad del enlace, que es covalente, entre N y O, por escapar al nivel de este libro.

36. Las amidas se obtienen por reacción de un ácido carboxílico y una amina según:



donde  $R$  y  $R'$  son radicales alquilo. Escribe una reacción concreta de formación de amidas, a partir del ácido y de la amina pertinentes.

Un ácido puede ser el ácido etanoico (o acético),  $CH_3-COOH$ , y una amina, la propilamina,  $CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$ . Su reacción viene descrita por:

