

SOLUCIONES A LAS CUESTIONES DE INICIACIÓN

1. **¿Es correcto decir que el butano tiene de fórmula molecular C_4H_{10} ? ¿Por qué?**

No. Por el fenómeno de la isomería. Con dicha fórmula existen más compuestos que no son el butano.

2. **¿Por qué el silicio, perteneciente a la misma familia del carbono y localizado inmediatamente debajo en la Tabla Periódica, no origina una química semejante a la del carbono?**

Principalmente, por su mayor tamaño, lo que impide la formación de cadenas.

3. **Razona la veracidad o la falsedad de la siguiente afirmación: “Los compuestos de carbono presentan enlace covalente, luego serán sustancias insolubles en agua y con bajos puntos de fusión y de ebullición”.**

Falsa. Existen compuestos de carbono donde la presencia de elementos muy electro-negativos, como, por ejemplo, el oxígeno, origina zonas polares en la molécula que permiten su solubilización en agua.

4. **Repasa las reglas de formulación y nomenclatura vistas en el curso pasado, y formula y nombra tres alcanos, tres alcoholes, tres ácidos carboxílicos y tres aminas.**

Alcanos. CH_3CH_3 : etano. $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_3$: metilbutano. $CH_3CH(CH_3)CH_3$: metilpropano.

Alcoholes: CH_3CH_2OH : etanol. $CH_2OHCHOHCH_2OH$: 1,2,3-propanotriol. CH_3OH : metanol

Ácidos carboxílicos: CH_3COOH : ácido etanoico (o ácido acético). $HCOOH$: ácido metanoico (o ácido fórmico). $CH_2ClCOOH$: ácido cloroetanoico.

Aminas: CH_3NH_2 : metilamina. $CH_3NHCH_2CH_3$: etilmetilamina. $(CH_3)_3N$: trimetilamina.

11

QUÍMICA DEL CARBONO

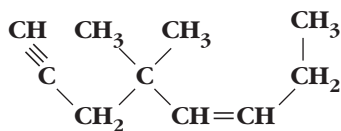
SOLUCIONES A LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS EN EL INTERIOR DE LA UNIDAD

1. Expón brevemente por qué son tan numerosos los compuestos de C.

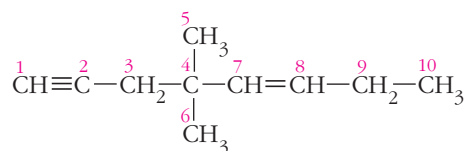
Por tres motivos principalmente:

- 1º: Posibilidad del átomo de C de formar cadenas carbonadas.
- 2º: Posibilidad del átomo de C de unirse consigo mismo mediante enlaces sencillos, dobles y/o triples.
- 3º: Fenómeno de isomería.

2. Dado el siguiente compuesto, identifica el tipo de hibridación que utiliza cada átomo de C, así como cuáles de ellos son carbonos primarios, secundarios, terciarios o cuaternarios:



Numerando los átomos de C de la cadena:



Presentan:

Hibridación sp : C1 y C2.

Hibridación sp^2 : C7 y C8.

Hibridación sp^3 : El resto de los átomos de C.

Son:

Carbonos primarios: C1, C5, C6 y C10.

Carbonos secundarios: C2, C3, C7, C8 y C9.

Carbonos terciarios: C4.

NOTA: La numeración de la cadena tiene como objeto, simplemente, "etiquetar" todos los átomos de C.

3. ¿A qué es debida la existencia de los isómeros *cis-trans*?

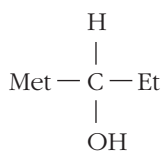
A la presencia de dobles enlaces que origina que los átomos de C (o sustituyentes) se puedan colocar en distintas posiciones.

4. ¿Qué es un carbono asimétrico? Pon un ejemplo de un compuesto donde aparezca dicho tipo de carbono.

Aquel que está rodeado de cuatro sustituyentes diferentes.

Ejemplo: $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{CH}_3$ (2-butanol).

El C2 está rodeado de: CH_3 (met), H, OH y CH_2CH_3 (et).



NOTA: La representación es plana (incorrecta), pero permite visualizar perfectamente el C asimétrico (o quiral).

5. Escribe todos los isómeros del 2-clorobutano, $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.

2-clorobutano: $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$. Su fórmula molecular es $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$. Tenemos:

$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$: 1-clorobutano

$\text{CH}_2\text{Cl}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$: 1-cloro-2-metilpropano (1-clorometilpropano)

$\text{CH}_3-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$: 2-cloro-2-metilpropano (2-clorometilpropano)

6. Formula o nombra, según corresponda:


a) 7-etil-3-metildecano

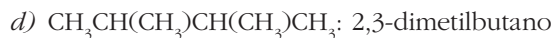
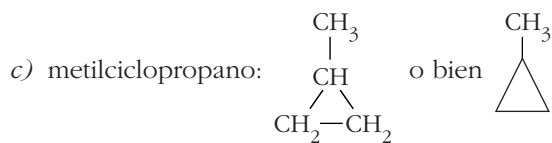
b) ciclobutano

c) metilciclopropano

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

a) 7-etil-3-metildecano: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

b) ciclobutano:  o bien: $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$



7. A la vista de los datos de la tabla 7, ¿qué estado de agregación es previsible que tenga el *n*-decano? ¿Es correcto suponerle un punto de ebullición de 50 °C? Justifica las respuestas.

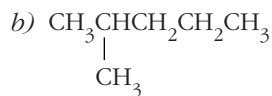
Líquido. No. Si el *n*-hexano tiene p.e. = 69 °C, el *n*-decano, al tener mayor volumen molecular, debe tener un p.e. superior a 69 °C (nunca puede tener 50 °C).

8. Razona el orden de los puntos de fusión y de ebullición de los siguientes alcanos: a) *n*-hexano; b) 2-metilpentano; c) *n*-decano.

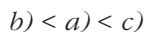
Primero conviene hacer una aclaración con respecto a los puntos de fusión, según el alcano sea ramificado o lineal, ya que los puntos de ebullición varían regularmente con el volumen molecular.

Los puntos de fusión, dentro de un grupo de alcanos isómeros, aumentan con la ramificación.

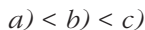
Por tanto, para:



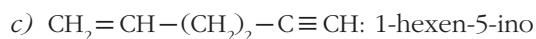
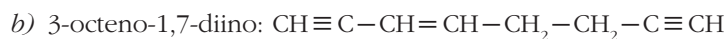
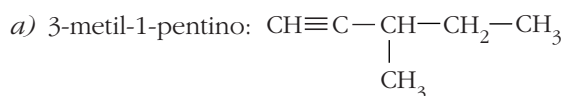
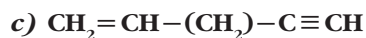
El orden en cuanto a los puntos de ebullición, escrito de manera creciente, sería:



Para los puntos de fusión, es previsible:



9. Formula o nombra, según corresponda:



10. Justifica qué sustancia es previsible que tenga los mayores punto de fusión y de ebullición, el eteno o el 1-buteno.

Eteno: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; 1-buteno: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Tendrá mayor punto de fusión y de ebullición el 1-buteno, al tener mayor volumen molecular.

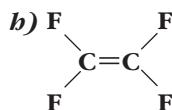
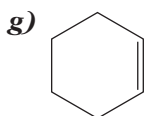
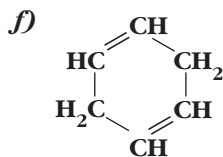
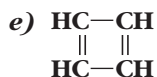
11. Formula o nombra, según corresponda:

a) ciclobuteno

b) 1-metilciclopenteno

c) 1,2-dicloro-1-buteno

d) fluoroclorobromometano



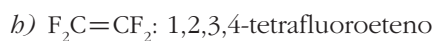
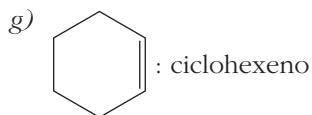
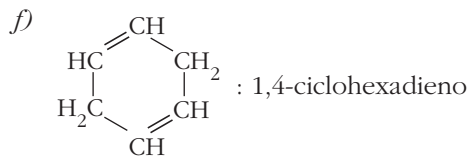
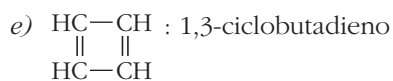
i) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHCl}-\text{CH}_2$

a) ciclobuteno: $\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$, o bien:

b) 1-metilciclopenteno: 

c) 1,2-dicloro-1-buteno: $\text{CHCl}=\text{CCl}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

d) fluoroclorobromometano: CHFClBr o $\begin{array}{c} \text{F} \\ | \\ \text{Cl}-\text{CH} \\ | \\ \text{Br} \end{array}$

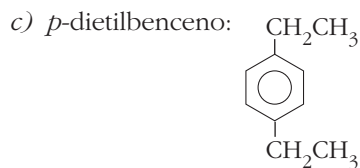
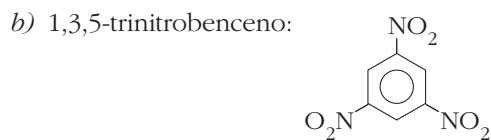
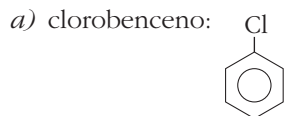
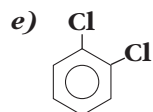
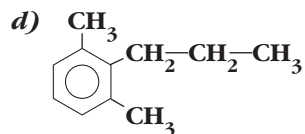


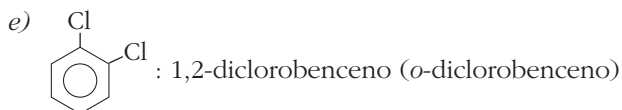
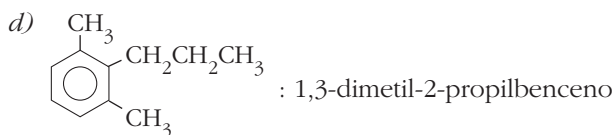
12. Formula o nombra, según corresponda:

a) clorobenceno

b) 1,3,5-trinitrobenceno

c) *p*-dietilbenceno





13. El acetileno y el benceno tienen la misma fórmula empírica; sin embargo, mientras que el primero es muy reactivo, el segundo no lo es. Explícalo.

El benceno es un anillo aromático muy estable por los dobles enlaces conjugados, mientras que el acetileno no presenta esta característica. De aquí la mayor reactividad del acetileno y la “poca” del benceno.

14. Formula o nombra, según corresponda:

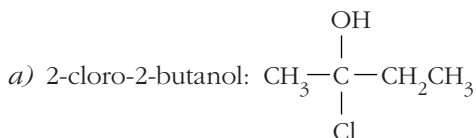
a) 2-cloro-2-butanol

b) 1,2,3-butanotriol

c) metoximetano

d) $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_3$

e) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$



b) 1,2,3-butanotriol: $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$

c) metoximetano: CH_3OCH_3

d) $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_3$: 1,2-propanodiol

e) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$: etoxipropano (etilpropiléter)

15. A la vista de la tabla 8, justifica el elevado punto de ebullición del etilenglicol frente a los demás alcoholes.

La presencia del grupo $-\text{OH}$ en los extremos de la cadena origina mayores fuerzas intermoleculares, por enlace de hidrógeno, lo que justifica el mayor valor del punto de ebullición.

16. Formula o nombra, según corresponda:

a) metiletilcetona

b) 4-metil-hexanal

c) $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COCH}_3$

d) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CHO}$

- a) metiletilcetona: $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$
- b) 4-metil-hexanal: $\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$
- c) $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COCH}_3$: 3,3-dimetilbutanona
- d) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CHO}$: metilpropenal

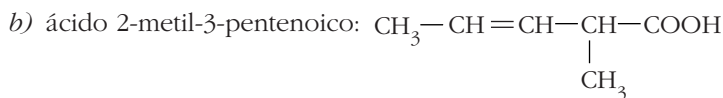
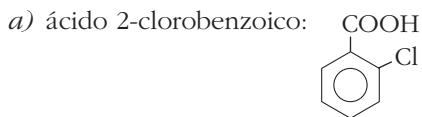
17. Justifica por qué el butanal tiene mayor punto de ebullición que el metanal (formaldehído) y, sin embargo, es menos soluble en agua que él.

El butanal es $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$, y el metanal, HCHO . Al tener mayor volumen molecular, las fuerzas intermoleculares serán más intensas; de aquí su mayor punto de ebullición.

Sin embargo, en el butanal, al ser mayor la cadena hidrocarbonada, la parte hidrófoba de esta impide una mejor (mayor) solubilidad en agua.

18. Formula o nombra, según corresponda:

- a) ácido 2-clorobenzoico
- b) ácido 2-metil-3-pentenoico
- c) propanoato de etilo
- d) $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COOH}$
- e) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHClCOOH}$
- f) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$



- c) propanoato de etilo: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
- d) $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COOH}$: ácido 2,2-dimetil propanoico
- e) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHClCOOH}$: ácido 2-cloro-3-metilbutanoico
- f) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$: propanoato de etilo

19. Dadas las dos sustancias siguientes, acetato de metilo y ácido propanoico, justifica cuál de ellas tendrá el punto de fusión y el de ebullición más elevado. ¿Cuál de las dos será más soluble en agua? ¿Por qué?



El ácido propanoico tiene, además de fuerzas intermoleculares de Van der Waals, enlaces de hidrógeno. Por tanto, presentará mayores puntos de fusión y de ebullición que el acetato de metilo (a pesar de tener la misma masa molecular).

Además, al poder interactuar mejor con las moléculas de agua por dicho enlace, será más soluble.

20. Formula o nombra, según corresponda:

a) *n*-propilamina

b) difenilamina

c) butanamida

d) *p*-dinitrobenceno

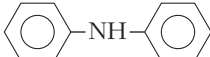
e) propanonitrilo

f) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3\text{NHCH}_3$

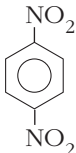
g) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$

b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N}$

a) *n*-propilamina: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

b) difenilamina: 

c) butanamida: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$

d) *p*-dinitrobenceno: 

e) propanonitrilo: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N}$

f) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3\text{NHCH}_3$: *N*-metilpropilamina

g) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$: benzamida

b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N}$: propanonitrilo

21. Ordena, según su mayor basicidad en agua, las siguientes sustancias: amoníaco, metilamina y etanamida. Justifica las respuestas.

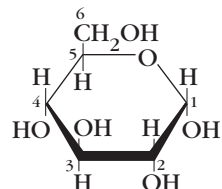
El orden pedido es:



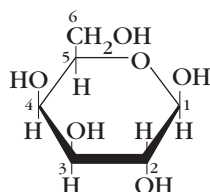
Ya que en ese orden aumenta la localización del par de electrones no enlazantes del átomo de N, responsable de aceptar un H^+ .

22. La galactosa es un isómero de la glucosa. Dibuja su estructura sabiendo que los grupos H y OH de los C1 y C4 están invertidos con respecto a la α -glucosa.

La α -glucosa es:

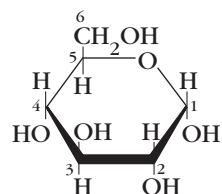


Por tanto, invirtiendo los grupos —OH de los C1 y C4, tendremos la galactosa.

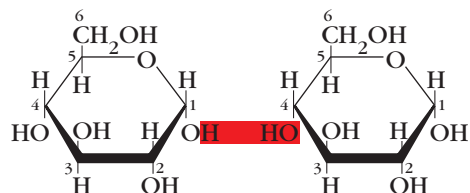


23. La maltosa es un disacárido formado por la unión de dos α -glucosas, formándose el enlace glucosídico entre los C1 y C4. Dibuja la estructura de la maltosa.

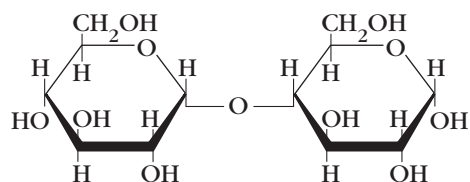
La estructura cíclica de la α -glucosa es:



y al unirse dos α -glucosa entre los C1 y C4, con pérdida de una molécula de agua, tendremos:



que origina la maltosa (forma α):



SOLUCIONES A LAS ACTIVIDADES DE FINAL DE UNIDAD

Características del átomo de carbono

1. Explica brevemente qué es: *a) una serie homóloga; b) un grupo alquilo; c) un hidrocarburo alicíclico; d) un derivado halogenado.*

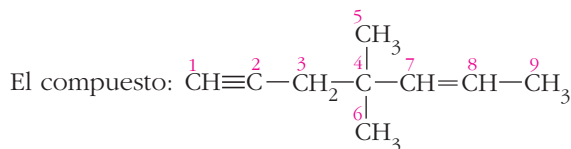
- a) Serie homóloga:* Grupo de compuestos con el mismo grupo funcional donde cada término se diferencia del anterior y del posterior en que posee un grupo $-\text{CH}_2-$ más y menos, respectivamente.
- b) Grupo alquilo:* Es un alcano que ha perdido un átomo de H. Por tanto, dispone de una valencia libre para unirse a otro átomo o grupo de átomos.
- c) Hidrocarburo alicíclico:* Hidrocarburo cíclico pero no aromático. Por ejemplo, el ciclobuteno.
- d) Derivado halogenado:* Compuesto resultado de sustituir un H (o varios) por un halógeno (o varios).

2. Dado el compuesto:



Indica:

- a) Qué hibridación utiliza cada átomo de carbono.*
- b) Cuáles de ellos son primarios, secundarios, terciarios o cuaternarios.*



queda numerado tal y como se indica solo a efectos de identificar los C y responder a los dos apartados propuestos:

a) Presentan:

Hibridación sp^3 : todos los C unidos mediante enlaces sencillos a otros átomos de C. Por tanto, C3, C4, C5, C6, C9.

Hibridación sp^2 : los C unidos a otros átomos de C mediante enlaces dobles. Serán, C7 y C8.

Hibridación sp : los átomos de C con uniones triples, luego C1 y C2.

b) Carbonos primarios: C1, C5, C6 y C9.

Carbonos secundarios: C2, C3, C7 y C8.

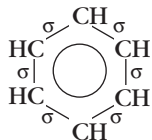
Carbonos terciarios: no hay.

Carbonos cuaternarios: C4.

3. ¿Cuántos enlaces σ carbono-carbono hay en cada una de las siguientes moléculas?

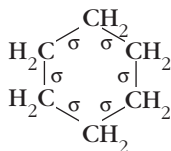
a) benceno; b) ciclohexano; c) dimetilpropano.

a) Benceno:



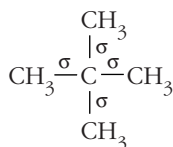
Seis enlaces sigma, σ , C—C, y seis enlaces σ , C—H. En total, doce.

b) Ciclohexano:



Seis enlaces sigma, σ , C—C, y $6 \times 2 = 12$ enlaces σ , C—H. En total, dieciocho.

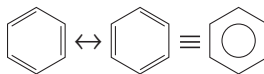
c) Dimetilpropano:



Cuatro enlaces sigma, σ , C—C, y $4 \times 3 = 12$ enlaces σ , C—H. En total, dieciséis.

4. La molécula de benceno y la de ciclohexano contienen un anillo de seis átomos de carbono. Sin embargo, la molécula de benceno es plana, mientras que la de ciclohexano no lo es. Explica a qué es debido este hecho.

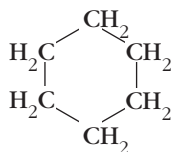
La molécula de benceno, C_6H_6 , suele representarse del siguiente modo:



donde cada átomo de C (los seis del anillo) utiliza hibridación sp^2 para unirse (mediante enlaces sigma) a otros dos C y un H.

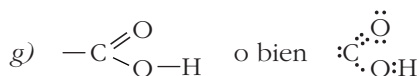
Esta hibridación tiene geometría plana (triangular), por lo que el benceno también lo será.

En el ciclohexano, C_6H_{12} , la fórmula estructural (desarrollada):



nos indica que ahora cada C utiliza hibridación sp^3 , con disposición tetraédrica (tres dimensiones). Por tanto, el ciclohexano no puede ser plano.

5. Escribe la estructura de Lewis para cada uno de los siguientes grupos funcionales: *a)* doble enlace; *b)* triple enlace; *c)* alcohol; *d)* éter; *e)* aldehído; *f)* cetona; *g)* ácido carboxílico.



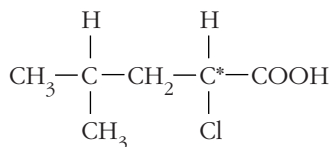
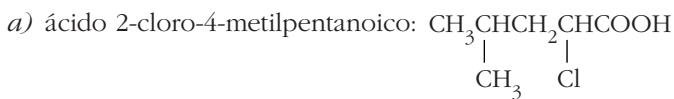
6. Señala los átomos de carbono asimétricos en los siguientes compuestos:

a) ácido 2-cloro-4-metilpentanoico

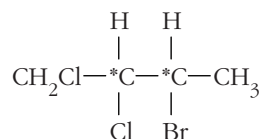
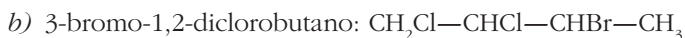
b) 3-bromo-1,2-diclorobutano

c) 1,2,3,4-tetracloropentano

Señalamos el carbono asimétrico colocando un asterisco encima de él.

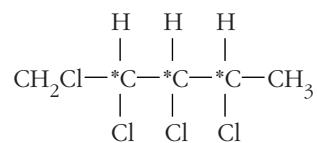


Un carbono asimétrico: C2.



Dos carbonos asimétricos: C2 y C3.

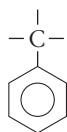




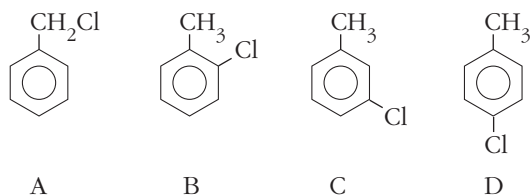
Tres carbonos asimétricos: C2, C3 y C4.

7. Escribe y nombra todos los isómeros estructurales de fórmula molecular $\text{C}_7\text{H}_7\text{Cl}$, sabiendo que la molécula contiene un anillo bencénico.

La única posibilidad es:



colocando el átomo de Cl en el anillo o fuera de él. Por tanto, tendremos los siguientes isómeros:



Todos ellos responden a la fórmula $\text{C}_7\text{H}_7\text{Cl}$. Sus nombres son:

A: clorotolueno

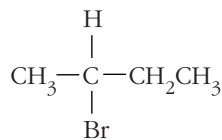
B: 1-cloro-2-metilbenceno

C: 1-cloro-3-metilbenceno

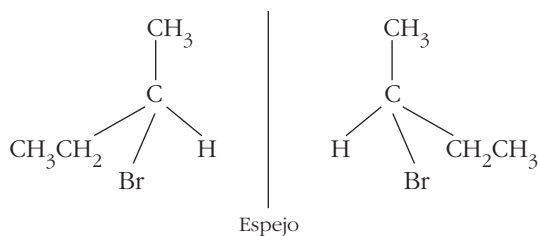
D: 1-cloro-4-metilbenceno

8. Escribe los enantiómeros del 2-bromobutano.

El 2-bromobutano responde a la fórmula: $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$, que, desarrollado, muestra un carbono asimétrico; el C2:



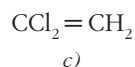
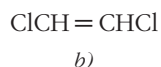
Los dos enantiómeros son:



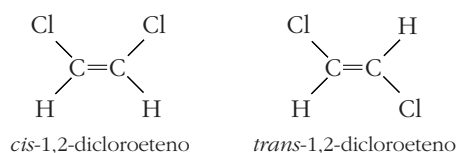
9. ¿Cuáles de los siguientes compuestos presentan isomería *cis-trans*: a) 1,2-dicloroetano; b) 1,2-dicloroeteno; c) 1,1-dicloroeteno?

Es condición necesaria la presencia de un doble enlace. Por tanto, en principio los compuestos b) y c).

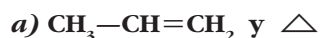
Al desarrollar las fórmulas, nos encontramos:



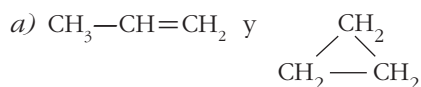
Pero c) no puede presentar isomería *cis-trans* a pesar de tener un doble enlace. Los isómeros de b) serían:



10. Dadas las siguientes parejas de compuestos, indica el tipo de isomería presente en cada uno de ellos.



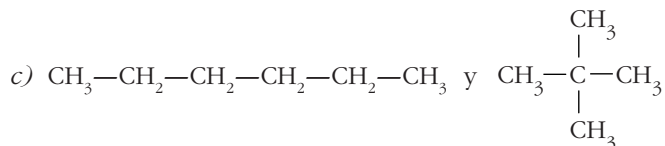
A continuación, nombra todos los compuestos.



Isomería de función.

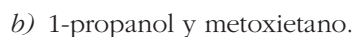


Isomería de función.



No son isómeros.

Sus nombres, de izquierda a derecha, en cada apartado, son:



Hidrocarburos

11. Formula o nombra, según corresponda, los siguientes compuestos:

a) 4,4-dimetil-2-pentino

b) metilciclobutano

c) *o*-dimetilbenceno

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

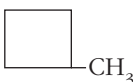
e) 

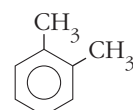
f) 3-metil-1,3-heptadien-5-ino

g) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$


b) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$

a) 4,4-dimetil-2-pentino: $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$

b) metilciclobutano: 

c) *o*-dimetilbenceno: 

d) $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$: *p*-dimetilbenceno

e) : etilciclopropano

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

g) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$: 3,4-dimetil-1-hexen-5-ino

b) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$: 1-penten-4-ino

12. Explica el error existente en cada uno de los siguientes compuestos y nómbralos, después, correctamente: a) 2-etilbutano; b) 3-buten-1-ino; c) *cis*-1-buteno; d) 3-metil-2-pentino.

a) 2-etilbutano: $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_2}{\underset{\text{CH}_2}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Nombre correcto: 3-metilpentano.

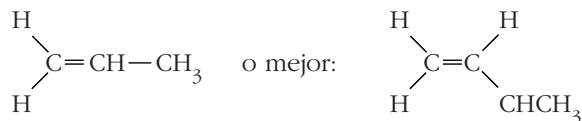
b) 3-buten-1-ino: $\overset{4}{\text{C}}\equiv\overset{3}{\text{C}}-\overset{2}{\text{C}}=\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2$

Debe darse preferencia al doble enlace (en igualdad de números localizadores).

Nombre correcto: 1-buten-3-ino.

c) *cis*-1-buteno. El 1-buteno no puede tener isomería *cis-trans*.

Por tanto, su nombre correcto sería 1-buteno.

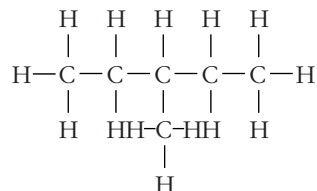


d) 3-metil-2-pentino: El C3 tiene sus cuatro valencias ocupadas, por lo que no puede unirse a ningún otro grupo o átomo. Por tanto, este compuesto no existe.

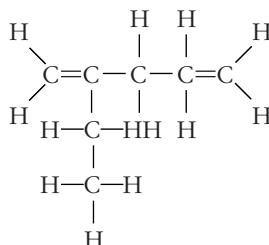
13. Escribe, mediante fórmulas expandidas, los siguientes hidrocarburos:

a) 3-metilpentano; b) 2-etil-1,4-pentadieno; c) 3-hexen-1-ino.

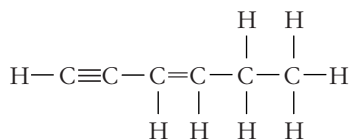
a) 3-metilpentano:



b) 2-etil-1,4-pentadieno:



c) 3-hexen-1-ino:



14. Indica, de menor a mayor, el orden de los puntos de fusión y de ebullición de los siguientes hidrocarburos: a) *n*-butano; b) *n*-pentano; c) dimetilpropano (neopentano).

a) Para los puntos de fusión hay que tener en cuenta que, dentro de un grupo de alcanos isómeros, estos aumentan con el empaquetamiento. Por tanto, el orden pedido será:



b) En cuanto a los puntos de ebullición, estos aumentan con el tamaño molecular. Luego:



15. **¿Cuál es la fórmula molecular de un hidrocarburo saturado tal que al arder 8,6 g se producen 12,6 g de agua? Elige justificadamente el compuesto entre: a) C₆H₁₂; b) C₆H₁₄; c) C₇H₆; d) C₈H₁₈. ¿Qué tipo de hibridación presentan todos estos hidrocarburos?**

El hidrocarburo, al quemarse completamente, da CO₂ + H₂O. Como todo el H del agua (y el C del CO₂) procede del hidrocarburo, será:

$$\frac{18 \text{ g H}_2\text{O (1 mol)}}{2 \text{ g H}} = \frac{12,6}{x} ; x = 1,4 \text{ g H}$$

El resto, hasta 8,6 g, será carbono; es decir: 8,6 – 1,4 = 7,2 g

Dividiendo entre las respectivas masas molares, tendremos el número de moles de átomos de C y H en el hidrocarburo:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1,4 \text{ g H}}{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,4 \text{ mol H} \\ \frac{7,2 \text{ g C}}{12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,6 \text{ mol C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Reduciendo a} \\ \text{números enteros} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} 2,33 \\ 1 \end{array} \right\} \times 6 \left\{ \begin{array}{l} 14 \\ 6 \end{array} \right.$$

Por tanto, el hidrocarburo tiene de fórmula empírica C₆H₁₄, que coincide con b), luego la fórmula molecular será la misma.

En cuanto al tipo de hibridación, tenemos:

- a) C₆H₁₂. Debe tener un doble enlace (alqueno) o ser un cicloalcano. En el primer caso, los dos C que soportan el doble enlace tendrán hibridación sp²; el resto, sp³.

En el caso del cicloalcano, todas las uniones C—C son sencillas, lo que nos permite afirmar que los seis átomos de C utilizan híbridos sp³.

- b) C₆H₁₄. Todos los C utilizan híbridos sp³.

- c) C₇H₆. El compuesto debe presentar un doble enlace y dos enlaces triples. Por tanto, un solo C hibridación sp³, cuatro C hibridación sp y dos C hibridación sp².

- d) C₈H₁₈. Es un alcano. Por tanto, todos los átomos de C utilizan hibridación sp³.

16. **La combustión completa de una muestra de 1 g de un hidrocarburo saturado proporcionó 3,080 g de dióxido de carbono. Sabiendo que su masa molecular tiene un valor comprendido entre 90 u y 100 u y que la molécula presenta un carbono asimétrico, ¿de qué hidrocarburo se trata?**

El hidrocarburo, al quemarse completamente, da CO₂ + H₂O. Todo el C del CO₂ procede del hidrocarburo; por tanto, podremos escribir:

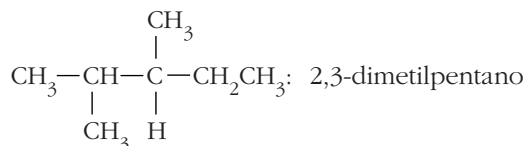
$$\frac{44 \text{ g CO}_2 \text{ (1 mol)}}{12 \text{ g C}} = \frac{3,080}{x} ; x = 0,84 \text{ g C}$$

El resto, hasta 1 gramo, será H: 1 – 0,84 = 0,16 g H. Dividiendo entre las respectivas masas molares (de C y H), tendremos:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{0,84 \text{ g C}}{12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,07 \text{ mol C} \\ \frac{0,16 \text{ g H}}{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,16 \text{ mol H} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Reduciendo a} \\ \text{números enteros} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol C} \\ 2,29 \text{ mol H} \end{array} \right\} \times 7 \left\{ \begin{array}{l} 7 \text{ mol C} \\ 16 \text{ mol H} \end{array} \right.$$

Por tanto, la fórmula empírica será: C_7H_{16} , y su masa, $7 \times 12 + 16 \times 1 = 100$

Como la masa molecular es de ese orden, el compuesto presentará de fórmula molecular C_7H_{16} . Además, ha de tener un C asimétrico, por lo que será:



17. Una muestra de 9 g de un hidrocarburo gaseoso ocupa un volumen de 3,73 L en condiciones normales de p y T . Por otro lado, su análisis elemental indica que contiene un 89% de carbono: a) Determina la fórmula molecular del hidrocarburo. b) Formula y nombra dos isómeros de este compuesto.

a) El hidrocarburo tiene un 89% de C y, por tanto, un 11% de H. Luego:

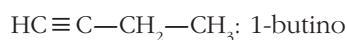
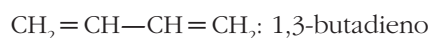
$$\left. \begin{array}{l} \frac{89 \text{ g C}}{12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7,42 \text{ mol C} \\ \frac{11 \text{ g H}}{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 11 \text{ mol H} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Reduciendo a} \\ \text{números enteros} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol C} \\ 1,5 \text{ mol H} \end{array} \right\} \times 2 \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ mol C} \\ 3 \text{ mol H} \end{array} \right.$$

La fórmula empírica será: C_2H_3 . Por otro lado:

$$\frac{9 \text{ g}}{3,73 \text{ L}} = \frac{M_m}{22,4} ; M_m = 54 \text{ g/mol}$$

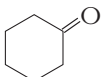
Por tanto, la fórmula molecular es C_4H_6

b) Dos isómeros con esta fórmula son:




Sustancias oxigenadas

18. Formula o nombra, según corresponda, los siguientes compuestos: a) ciclohexanona; b) ácido 4-oxopentanoico; c) benzoato de n -propilo; d) $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CO}-\text{CH}_3$; e) $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$; f) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$.

a) ciclohexanona: 

b) ácido 4-oxopentanoico: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$

c) benzoato de n -propilo: 

d) $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CO}-\text{CH}_3$; 3-buten-2-ona

e) $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$: ácido propenoico

f) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$: ácido benzoico

19. Escribe los nombres y las fórmulas de dos alcoholes primarios, dos secundarios y dos terciarios.

- Alcoholes primarios:
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$: 1-propanol
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: etanol
- Alcoholes secundarios:
 - $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$: 2-propanol
 - $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{CH}_3$: 2-butanol
- Alcoholes terciarios:
 - $\text{CH}_3-\text{COH}-\text{CH}_3$: 2-metil-2-propanol
 $\quad\quad\quad |$
 $\quad\quad\quad \text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COH}-\text{CH}_3$: 2-metil-2-butanol
 $\quad\quad\quad |$
 $\quad\quad\quad \text{CH}_3$

20. Indica razonadamente cuál de las siguientes sustancias es previsible que sea la más soluble en agua: a) 1,2,3-propanotriol; b) butanoato de etilo; c) ácido 4-metilpentanoico.

- a) $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$
 b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
 c) $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
 $\quad\quad\quad |$
 $\quad\quad\quad \text{CH}_3$

En principio, el 1,2,3-propanotriol, el compuesto *a*). Los otros dos compuestos tienen una parte importante de la cadena con carácter hidrófobo, la parte carbonada, que origina una disminución importante en la solubilidad en agua.

21. De entre los siguientes compuestos: a) CH_4O ; b) CH_2O ; c) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$; d) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$; e) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, indica y nombra cuál (o cuáles) puede ser un alcohol, un éter, un aldehído, una cetona o un ácido. Considera que cada molécula solo contiene un grupo funcional.

- a) CH_4O . Solo puede ser un alcohol; el metanol: CH_3OH
 b) CH_2O . Solo puede ser un aldehído; el metanal: HCOH
 c) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Puede ser un alcohol o un éter:



- d) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$. Puede ser un ácido o un éster:



- e) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$. Puede ser únicamente la propanona: CH_3COCH_3 .

NOTA: Recuérdese que el compuesto tiene un único grupo funcional; por tanto, solo presenta "el grupo oxigenado", no puede haber ni dobles ni triples enlaces.

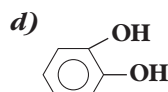
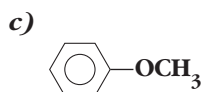
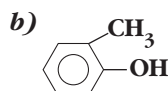
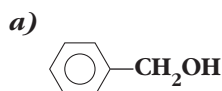
22. El propanol y el metoxietano son isómeros estructurales: a) ¿Qué tipo de isomería presentan? b) Compara sus puntos de ebullición y su solubilidad en agua, justificando las respuestas.

- a) Propanol y metoxietano. Presentan isomería funcional; es decir, distinto grupo funcional. En el primer caso, el grupo alcohol, y en el segundo, el grupo éter.

- b) El propanol presenta fuerzas intermoleculares de Van der Waals, y además, enlace de hidrógeno. Por tanto, tendrá mayores puntos de ebullición.

En cuanto a la solubilidad, al poder formar enlaces de hidrógeno con el agua ambos compuestos y tener la misma masa molecular, presentarán valores de la solubilidad muy parecidos.

23. ¿Cuáles de los siguientes compuestos son fenoles?



El b) y el d).

24. Un compuesto oxigenado contiene 48,65% de C, 8,11% de H y 43,24% de O. Sabiendo que su masa molecular es 74 u:

a) **Determina la fórmula molecular del compuesto.**

b) **Escribe y nombra dos isómeros de él, indicando el tipo de isomería que presentan.**

a) Tomando 100 g de compuesto y dividiendo los datos de porcentajes entre las respectivas masas molares, será:

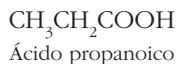
$$\left. \begin{array}{l} \frac{48,65 \text{ g C}}{12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,05 \text{ mol C} \\ \frac{8,11 \text{ g H}}{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 8,11 \text{ mol H} \\ \frac{43,24 \text{ g O}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,70 \text{ mol O} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1,5 \text{ mol C} \\ 3 \text{ mol H} \\ 1 \text{ mol O} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 48,65 \\ 8,11 \\ 43,24 \end{array}} \right\} \times 2 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1,5 \\ 3 \\ 1 \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 3 \text{ mol C} \\ 6 \text{ mol H} \\ 2 \text{ mol O} \end{array}$$

Por tanto, la fórmula empírica será: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. La masa de esta "unidad" es:

$$3 \times 12 + 6 \times 1 + 2 \times 16 = 74$$

que coincide con la masa molecular. El compuesto, tendrá la misma fórmula.

b) Dos isómeros serían:



Serían isómeros funcionales.

25. Explica brevemente a qué es debida la acidez en agua de los ácidos carboxílicos.

A la diferente electronegatividad del O y del H, lo que provoca que el par de electrones del enlace O—H del grupo carboxilo esté muy desplazado hacia el átomo de oxígeno. El H, al quedar con defecto de carga negativa, δ^+ , puede salir sin un electrón ante la presencia de una molécula polar.

26. Completa la siguiente tabla:

Compuesto	Grupo funcional	Soluble en agua (Sí/No)
Metanol	-OH	Sí
Formaldehído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	Sí
Dimetiléter	-O-	Sí
Ácido heptadecanoico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$	Sí

Sustancias nitrogenadas

27. Formula o nombra, según corresponda, los siguientes compuestos:

a) *N,N*-dietilpropanamida; b) dimetilamina; c) *p*-dinitrobenceno; d) H—CN; e) (CH₃CH₂)₂NCH₃; f) C₆H₅CONHCH₃.

a) *N,N*-dietilpropanamida: CH₃CH₂CON(CH₂CH₃)₂

b) dimetilamina: (CH₃)₂NH

c) *p*-dinitrobenceno: 

d) H—CN: metanonitrilo o cianuro de hidrógeno

e) (CH₃CH₂)₂NCH₃: dietilmetilamina

f) C₆H₅CONHCH₃: *N*-metilbenzamida

28. Escribe y nombra las fórmulas de una amina primaria, de una secundaria y de una terciaria. Repite el ejercicio para las amidas.

Aminas $\left\{ \begin{array}{l} \text{Primaria: CH}_3\text{NH}_2: \text{ metilamina} \\ \text{Secundaria: (CH}_3\text{)}_2\text{NH: dimetilamina} \\ \text{Terciaria: (CH}_3\text{)}_3\text{N: trimetilamina} \end{array} \right.$

Amidas $\left\{ \begin{array}{l} \text{Primaria: CH}_3\text{CONH}_2: \text{ etanamida} \\ \text{Secundaria: CH}_3\text{CONHCH}_3: \text{ N-metilpropanamida} \\ \text{Terciaria: CH}_3\text{CON(CH}_3\text{)}_2: \text{ N,N-dimetilpropanamida} \end{array} \right.$

29. ¿Por qué una amina terciaria no puede formar enlaces de hidrógeno con la molécula de agua?

Porque el átomo de N no tiene ningún hidrógeno unido a él.

30. Explica brevemente por qué:

- a) Las aminas se comportan como bases débiles frente al agua.**
- b) Las aminas terciarias tienen puntos de ebullición inferiores a las aminas primarias del mismo peso molecular.**
- c) Las amidas son menos básicas que las aminas.**

a) Por ser derivadas del amoníaco, que manifiesta carácter básico.

NOTA: no se puede dar una explicación más completa, al no tratarse la teoría de Lewis sobre ácidos y bases.

b) Porque al no tener el nitrógeno ningún átomo de hidrógeno unido a él, no puede unirse a otras moléculas de la amina por enlace de hidrógeno.

c) Por tener el par de electrones del átomo de N más deslocalizado y, por tanto, menos "disponible" para unirse, "aceptar", al protón.

31. Formula y nombra todas las aminas posibles que tengan un radical alquílico saturado de cuatro átomos de carbono. Indica razonadamente los distintos tipos de isomería que se pueden dar en los compuestos escritos.

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$: *n*-butilamina

$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$: *isobutilamina*

$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CHNH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$: *secbutilamina*

Solo se puede dar la isomería de cadena.

32. Escribe y nombra dos amidas derivadas del ácido 3-metilbutanoico.

Ácido 3-metilbutanoico: $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Dos amidas derivadas de este ácido serían:

$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CONH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$: 3-metilbutanamida

$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CONHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$: *N*-metil-3-metilbutanamida

33. La fórmula molecular de una sustancia nitrogenada es $\text{C}_5\text{H}_{13}\text{N}$. Determina su composición centesimal. Escribe y nombra dos compuestos isómeros con esta fórmula.

La masa molecular de esta sustancia es: $5 \times 12 + 13 \times 1 + 1 \times 14 = 87 \text{ u}$

A la que contribuyen:

$$\text{C: } \frac{5 \times 12}{87} \times 100 = 68,97\%$$

$$\text{H: } \frac{13 \times 1}{87} \times 100 = 14,94\%$$

$$\text{N: } \frac{1 \times 14}{87} \times 100 = 16,09\%$$

Al no tener O, el compuesto nitrogenado solo puede ser una amina o un nitrilo. Pero la fórmula molecular descarta los nitrilos, ya que con un triple enlace carbono-nitrógeno no se puede “alcanzar” ese número de hidrógenos tan elevado. Dos compuestos isómeros serían:



Comunes a toda la unidad

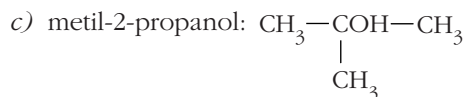
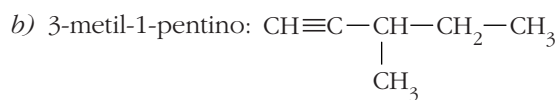
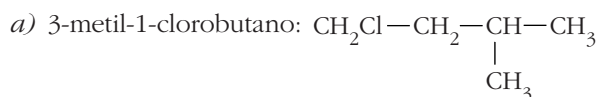
34. Escribe las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos:

a) 3-metil-1-clorobutano

b) 3-metil-1-pentino

c) metil-2-propanol

d) 2,4-pentanodiona



35. Ordena de menor a mayor solubilidad en agua los siguientes compuestos:

a) 1-pentanol; b) 1,2-etanodiol; c) trimetilamina.

a) El 1-pentanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, tiene una cadena carbonada, con carácter hidrófobo, relevante. Es de esperar, por tanto, baja solubilidad en agua.

b) El 1,2-etanodiol, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$, tiene en los dos eslabones de la cadena un grupo altamente polar, por lo que es previsible una elevada solubilidad en agua (incluso que sea miscible con ella en todas las proporciones).

- c) Por último, la trimetilamina, $(\text{CH}_3)_3\ddot{\text{N}}$, puede formar enlaces de hidrógeno con el agua debido al par de electrones no enlazantes del átomo de N. Pero, por otro lado, tiene cadena carbonada, con carácter hidrófobo.

Según las reflexiones hechas a cada sustancia, el orden (previsible) pedido es:

$$a) < c) < b)$$

36. Predice razonadamente el estado de agregación de las siguientes sustancias en condiciones normales: a) dimetilbutano; b) ácido propanodioico; c) propanol; d) dimetiléter; e) acetamida.

- a) *Dimetilbutano*: Fuerzas de Van der Waals de dispersión y poco volumen molecular. Será un gas.
- b) *Ácido propanodioico*: Fuerzas intermoleculares de Van der Waals y enlace de hidrógeno. Será un líquido.
- c) *Propanol*: Fuerzas intermoleculares de Van der Waals y enlace de hidrógeno. Será un líquido.
- d) *Dimetiléter*: Fuerzas intermoleculares de Van der Waals y poco volumen de moléculas. Será un gas.
- e) *Acetamida*: Fuerzas intermoleculares de Van der Waals dipolo-dipolo muy intensas y enlaces de hidrógeno. Es previsible que sea un sólido.