

6

Química del carbono

Química del carbono

6

PARA COMENZAR (página 153)

¿Qué diferencia unos compuestos del carbono de otros?

El tamaño, es decir, el número de átomos de carbonos que se combinan en un mismo elemento; y la estructura, el modo en el que están combinados.

¿A qué se debe la versatilidad de la química del carbono?

El átomo central es el átomo de carbono capaz de formar cuatro enlaces covalentes.

Nombra distintos materiales que existen gracias a la química del carbono.

Teflón, kevlar, neopreno, grafeno...

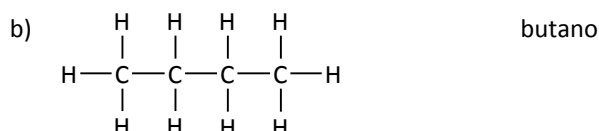
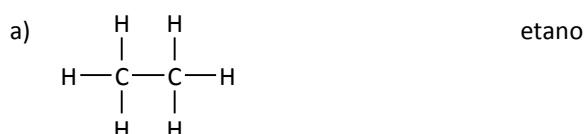
PRACTICA (página 154)

1. Escribe la fórmula desarrollada de compuestos de carbono e hidrógeno, con enlaces simples, que contengan:

a) 2 átomos de carbono.

b) 4 átomos de carbono.

¿Cómo se llama cada compuesto?



2. Escribe la fórmula desarrollada, la semidesarrollada y la molecular de un compuesto de carbono e hidrógeno con cuatro átomos de carbono, con un doble enlace entre los carbonos centrales.

desarrollada	semidesarrollada	molecular
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	C_4H_8
but-2-eno		

ACTIVIDAD (página 156)

3. Escribe la fórmula molecular, semidesarrollada y supersimplificada de cada uno de los compuestos que aparecen en la tabla inicial.

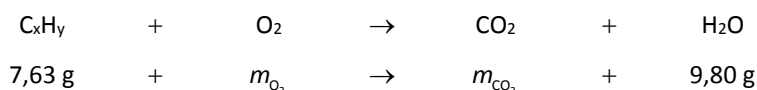
nombre	molecular	semidesarrollada	supersimplificada
propano	C_3H_8	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}_2}$	
eteno	C_2H_4	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	
etino	C_2H_2	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	

nombre	molecular	semidesarrollada	supersimplificada
ácido 2-hidroxipropanoico	C ₃ H ₆ O ₃	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{HC} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	
etanol	C ₂ H ₆ O	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	
butan-1-ol	C ₄ H ₁₀ O	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	
ácido etanoico	C ₂ H ₄ O ₂	H ₃ C—COOH	—COOH
metilamina	CH ₅ N	H ₃ C—NH ₂	—NH ₂
ciclopentano	C ₅ H ₁₀		
ciclopentanol	C ₅ H ₁₀ O		
benceno	C ₆ H ₆		

ACTIVIDADES (página 157)

4. Al quemar 7,63 g de un hidrocarburo gaseoso con un exceso de oxígeno se obtienen 9,80 g de agua. Su densidad en condiciones estándar es 1,85 g/L. Determina la fórmula del compuesto.

La reacción química sin ajustar es:



Masa molar del agua:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1,008 \cdot 2 + 16,00 = 18,016 \text{ g/mol}$$

La cantidad de hidrógeno presente en el agua:

$$9,80 \text{ g de agua} \cdot \frac{(1,008 \text{ g de H}) \cdot 2}{18,016 \text{ g de agua}} = 1,10 \text{ g de H}$$

La misma cantidad de hidrógeno expresada en mol:

$$1,10 \text{ g de H} \cdot \frac{1 \text{ mol de H}}{1,008 \text{ g de H}} = 1,088 \text{ mol de H}$$

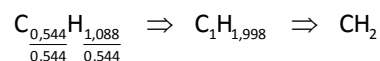
Esta cantidad de hidrógeno procede del hidrocarburo así que la cantidad de carbono en la reacción es:

$$7,63 \text{ g de C}_x\text{H}_y - 1,10 \text{ g de H} = 6,53 \text{ g de C}$$

La cantidad de carbono presente en el hidrocarburo expresado en mol:

$$6,53 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12,00 \text{ g de C}} = 0,544 \text{ mol de C}$$

La fórmula del hidrocarburo debe ser proporcional a C_{0,544}H_{1,088} :



La densidad del gas me permite calcular la masa molar del gas (Tema 2, página 60):

$$d = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{d \cdot R \cdot T}{p}$$

Las condiciones estándar son: $p = 10^5 \text{ Pa} = 0,987 \text{ atm}$; y , $T = 0 \text{ °C} = 273 \text{ K}$.

Recordando que $R = 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L)/(mol} \cdot \text{K)}$.

$$M = \frac{d \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1,85 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}}{0,987 \text{ atm}} = 41,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Con la masa molar y la fórmula empírica es posible conseguir la fórmula molecular:

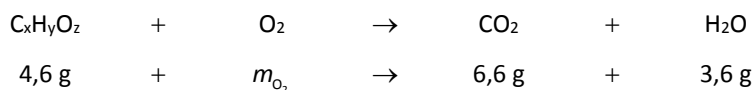
$$n = \frac{M(C_xH_y)}{M(CH_2)} = \frac{41,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{(12,00 + 1,008 \cdot 2) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,99 \approx 3$$

Así, la fórmula molecular es: C_3H_6 .

- 5.** Se ha aislado un compuesto orgánico formado por C, H y O. Se ha introducido una muestra de 4,6 g del compuesto en el analizador y, tras su combustión, se han obtenido 6,6 g de CO_2 y 3,6 g de H_2O . Para obtener su masa molar se disolvió 90 g del compuesto en un cuarto litro de agua y la mezcla hirvió a 102 °C . Determina su fórmula empírica y su fórmula molecular.

Dato: $K_{\text{ebulloscópica del agua}} = 0,51 \text{ °C} \cdot \text{kg/mol}$.

La reacción química sin ajustar es:



Masa molar del agua:

$$M(H_2O) = 1,008 \cdot 2 + 16,00 = 18,016 \text{ g/mol}$$

La cantidad de hidrógeno presente en el agua procede todo del compuesto:

$$3,6 \text{ g de agua} \cdot \frac{(1,008 \text{ g de H}) \cdot 2}{18,016 \text{ g de agua}} = 0,403 \text{ g de H}$$

La misma cantidad de hidrógeno expresada en mol:

$$0,403 \text{ g de H} \cdot \frac{1 \text{ mol de H}}{1,008 \text{ g de H}} = 0,3996 \text{ mol de H} \approx 0,40 \text{ mol de H}$$

Masa molar del dióxido de carbono:

$$M(CO_2) = 12,00 + 16,00 \cdot 2 = 44,00 \text{ g/mol}$$

La cantidad de carbono presente en el dióxido de carbono procede todo del compuesto:

$$6,6 \text{ g de } CO_2 \cdot \frac{12,00 \text{ g de C}}{44,00 \text{ g de } CO_2} = 1,80 \text{ g de C}$$

La misma cantidad de dióxido de carbono expresada en mol:

$$1,80 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12,00 \text{ g de C}} = 0,150 \text{ mol de C}$$

Esta cantidad de oxígeno procedente del compuesto es:

$$4,6 \text{ g de } C_xH_yO_z - 0,403 \text{ g de H} - 1,80 \text{ g de C} = 2,397 \text{ g de O} \approx 2,40 \text{ g de O}$$

La cantidad de oxígeno presente en el compuesto expresado en mol:

$$2,40 \text{ g de O} \cdot \frac{1 \text{ mol de O}}{16,00 \text{ g de O}} = 0,1498 \text{ mol de O} \approx 0,15 \text{ mol de O}$$

La fórmula empírica del compuesto debe ser proporcional a $C_{0,15}H_{0,40}O_{0,15}$:

$$\frac{C_{0,15}H_{0,40}O_{0,15}}{0,15} \Rightarrow C_1H_{\frac{8}{3}}O_1 \Rightarrow C_3H_8O_3$$

La constante ebulloscópica permite calcular la masa molar del gas (Tema 3, página 85):

$$\Delta T = K_e \cdot m \Rightarrow m = \frac{\Delta T}{K_e} = \frac{2 \text{ }^\circ\text{C}}{0,51 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = 3,92 \frac{\text{mol de soluto}}{\text{kg de disolvente}}$$

Son 90 g de compuesto, el soluto, disueltos en un cuarto de litro de agua, el disolvente. Haciendo uso de la densidad del agua ($d = 1 \text{ kg/L}$) calculamos la masa del disolvente, m_d . Así, podemos calcular el número de moles del soluto, n_s , y la masa molar, M .

$$d = \frac{m_d}{V} \Rightarrow m_d = d \cdot V = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{ L} = 0,25 \text{ kg de disolvente}$$

$$n_s = m \cdot m_d = 3,92 \frac{\text{mol de soluto}}{\text{kg de disolvente}} \cdot 0,25 \text{ kg de disolvente} = 0,98 \text{ mol de soluto}$$

$$M = \frac{m_s}{n_s} = \frac{90 \text{ g de soluto}}{0,98 \text{ mol de soluto}} = 91,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Con la masa molar y la fórmula empírica es posible conseguir la fórmula molecular:

$$n = \frac{M(C_xH_yO_z)}{M(C_3H_8O_3)} = \frac{91,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{(12,00 \cdot 3 + 1,008 \cdot 8 + 16,00 \cdot 3) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,997 \approx 1$$

Así, la fórmula molecular es: $C_3H_8O_3$. Coincide con la fórmula empírica.

ACTIVIDADES (página 160)

6. Escribe la fórmula molecular del metano, etano, butano y pentano. Obsérvalas y escribe la fórmula molecular general para un hidrocarburo lineal de n átomos de carbono: C_nH_m .

Nombre	Fórmula molecular	
metano	CH ₄	El número de átomos de hidrógeno es siempre el doble que el de carbono +2: C_nH_{2n+2}
etano	C ₂ H ₆	
butano	C ₄ H ₁₀	
pentano	C ₅ H ₁₂	

7. Escribe la fórmula molecular del ciclobutano, ciclopentano y ciclohexano. Obsérvalas y escribe la fórmula molecular general para un hidrocarburo cíclico de n átomos de carbono: C_nH_m .

Nombre	Fórmula molecular	
ciclobutano	C ₄ H ₈	El número de átomos de hidrógeno es siempre el doble que el de carbono: C_nH_{2n}
ciclopentano	C ₅ H ₁₀	
ciclohexano	C ₆ H ₁₂	

8. Escribe la fórmula molecular del eteno, but-2-eno y pent-1-eno. Obsérvalas y escribe la fórmula molecular general para un hidrocarburo lineal de n átomos de carbono que presente un doble enlace: C_nH_m . ¿Cuál sería la fórmula molecular general si tuviesen dos dobles enlaces?

Nombre	Fórmula molecular	El número de átomos de hidrógeno es siempre el doble que el de carbono: C_nH_{2n}
eteno	C_2H_4	
but-2-eno	C_4H_8	
pent-1-eno	C_5H_{10}	

Si hay dos dobles enlaces, se pierde una pareja de hidrógeno para el nuevo doble enlace:



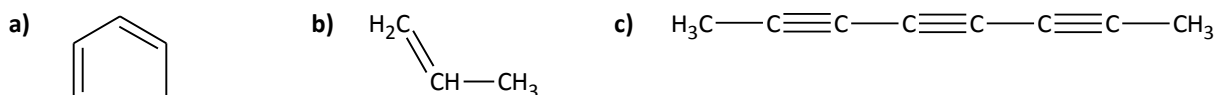
9. Escribe la fórmula molecular del etino, but-2-ino y pent-1-ino. Obsévalas y escribe la fórmula molecular general para un hidrocarburo lineal de n átomos de carbono que presente un triple enlace: C_nH_m . ¿Cuál sería la fórmula molecular general si tuviesen dos triples enlaces?

Nombre	Fórmula molecular	El número de átomos de hidrógeno es siempre el doble que el de carbono -2: C_nH_{2n-2}
etino	C_2H_2	
but-2-ino	C_4H_6	
pent-1-ino	C_5H_8	

Si hay dos triples enlaces, se pierde una pareja de hidrógeno para el nuevo triple enlace:



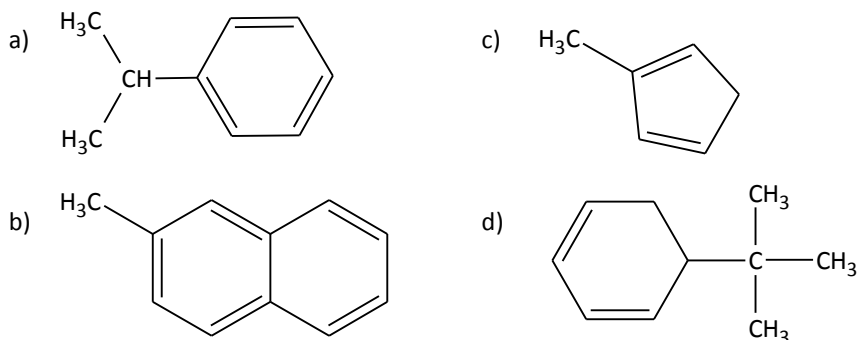
10. Nombra los siguientes hidrocarburos:



- a) ciclohexa-1,3-dieno
b) prop-1-eno
c) octa-2,4,6-triino

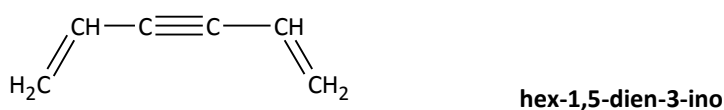
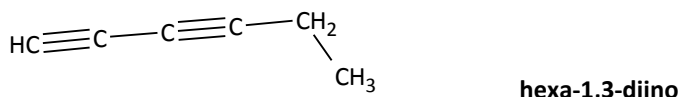
11. Formula los siguientes compuestos.

- a) isopropilbenceno c) 2-metilciclopenta-1,3-dieno
b) 2-metilnaftaleno d) 5-*terc*-butilciclohexa-1,3-dieno

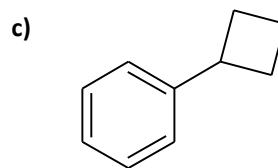
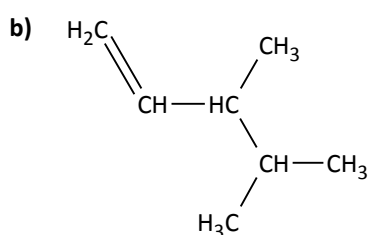
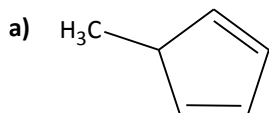


12. La fórmula del benceno es C_6H_6 . Escribe y nombra un hidrocarburo de cadena lineal que sea compatible con la fórmula molecular del benceno.

Las respuestas válidas pueden ser muy variadas. Ofrecemos dos posibles.



13. Nombra los siguientes compuestos:

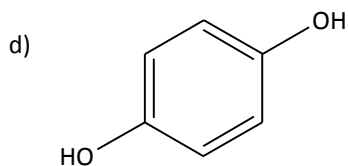
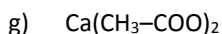
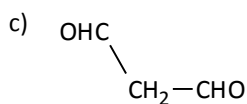
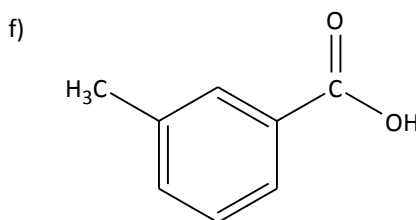
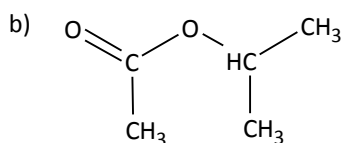
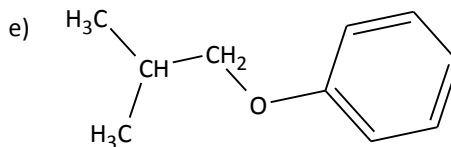
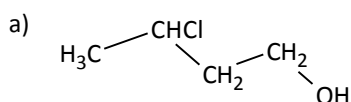


- a) **5-metilciclopenta-1,3-dieno**
 b) **3,4-dimetilpent-1-eno**
 c) **ciclobutilbenceno**

ACTIVIDADES (página 162)

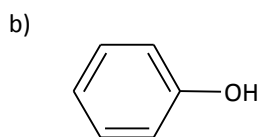
14. Formula.

- a) **3-clorobutan-1-ol** e) **isobutil fenil éter**
 b) **acetato de isopropilo** f) **ácido 3-metilbenzoico**
 c) **propanodial** g) **acetato de calcio**
 d) **para-difenol**



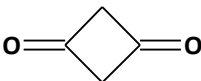
15. Formula.

- a) **ciclopentanona** c) **ácido propanodioico** e) **1,2,3-propanotriol**
 b) **fenol** d) **butanodiona** f) **propanoato de metilo**
 a)

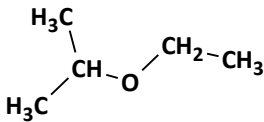


- c) $\text{COOH-CH}_2\text{-COOH}$ e) $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_2\text{OH}$
 d) $\text{CH}_3\text{-CO-CO-CH}_3$ f) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_3$

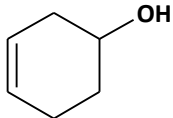
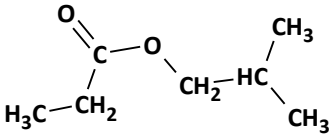
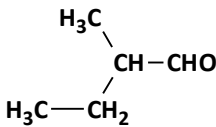
16. Nombra.

- a) $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_3$ c) $\text{CH}_3\text{-CBrOH-CH}_3$
 b) $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-O-C}_6\text{H}_5$ d) 
- a) etanoato de metilo c) 2-bromopropan-2-ol
 b) isopropil fenil éter d) ciclobutana-1,3-diona

17. Nombra.

- a) $\text{HCOO-C}_6\text{H}_5$ c) $\text{CH}_3\text{-CHO}$
 b)  d) COOH-COOH
- a) metanoato de fenilo c) etanal
 b) isopropil etil éter d) ácido etanodioico

18. Nombra.

- a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$ d) $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-COOH}$
 b)  e) 
- c) 
- a) butan-2-ona d) ácido but-3-enoico
 b) ciclohex-3-enol e) propanoato de isobutilo
 c) 2-metilbutanal

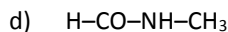
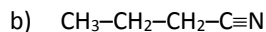
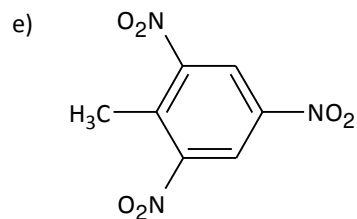
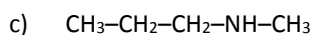
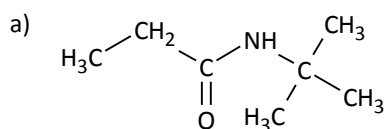
19. En cada una de las fórmulas siguientes hay algún error. Corrígelo.

- a) **etanona** c) **propanoato de metanol**
 b) **ácido ciclopropanoico** d) **etano metano éter**
- a) En una cadena de dos carbonos ambos son extremo de cadena. El grupo carbonilo en el extremo de la cadena es aldehído. El nombre correcto es **etanal**.
 Las cetonas tienen el grupo carbonilo en posición intermedia de la cadena. La más pequeña es la de tres carbonos. Un nombre correcto es **propanona**.
- b) El grupo ácido está sobre un carbono extremo de cadena en un hidrocarburo abierto. El nombre correcto es **ácido propanoico**.
- c) Error en el nombre del radical. El nombre correcto es **propanoato de metilo**.
- d) Error en el nombre de los radicales. El nombre correcto es **etil metil éter**.

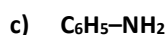
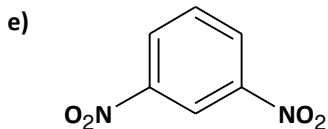
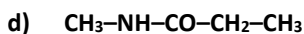
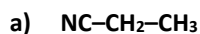
ACTIVIDADES (página 163)

20. Formula los siguientes compuestos.

- a) *N*-*terc*-butilbutanoamida c) *N*-metilpropilamina e) 2,4,6-trinitrotolueno
 b) butanonitrilo d) *N*-metilformamida



21. Nombra los siguientes compuestos.



a) propanonitrilo

d) *N*-metilpropanoamida

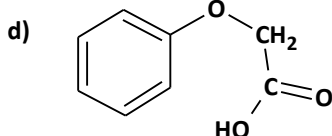
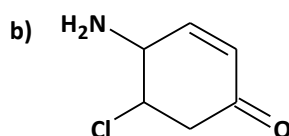
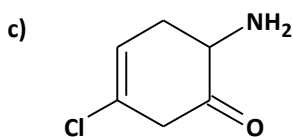
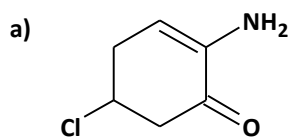
b) ciclobutilamina

e) 1,3-nitrobenzeno

c) fenilamina

ACTIVIDADES (página 165)

22. Nombra los siguientes compuestos:



a) 5-cloro-2-aminociclohex-2-enona

d) 5-cloro-2-aminociclohex-4-enona

b) 5-cloro-4-aminociclohex-2-enona

e) ácido fenoxietanoico

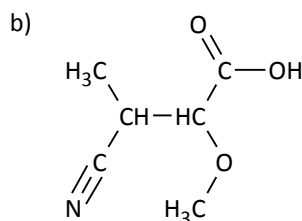
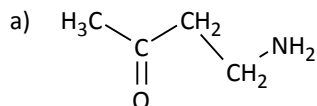
23. Formula los siguientes compuestos.

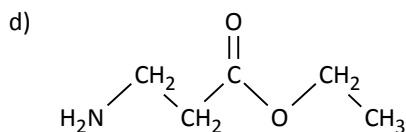
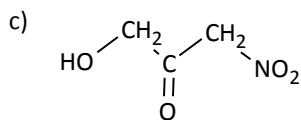
a) 4-aminobutanona

b) ácido 3-ciano-2-metoxibutanoico

c) 1-hidroxi-3-nitropropanona

d) 3-aminopropanoato de etilo

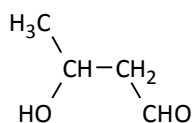




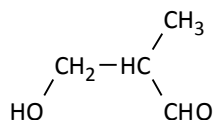
ACTIVIDADES (página 166)

24. Escribe y nombra tres isómeros estructurales del 3-hidroxiбутanal.

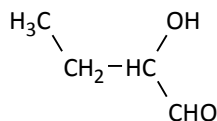
Primero construye la fórmula del 3-hidroxiбутanal:



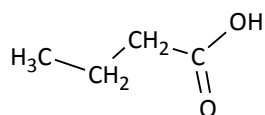
Isómero de cadena al reducir el número de carbonos en la cadena principal y llevar carbonos a ramificaciones. Por ejemplo 3-hidroxi-2-metilpropanal.



Isómero de posición al cambiar de posición el grupo funcional alcohol. Por ejemplo 2-hidroxiбутanal.

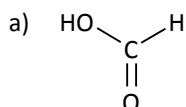


Isómero de función al cambiar el grupo funcional, reuniendo alcohol con carbonilo en el mismo carbono nos encontramos con el grupo carboxilo. Por ejemplo ácido butanoico.

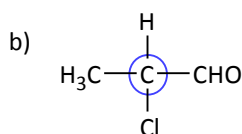


25. Indica cuáles de estos pueden presentar actividad óptica.

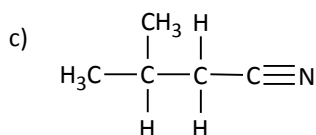
- a) ácido metanoico
- b) 2-cloropropanal
- c) 3-metilbutanonitrilo
- d) 3-metilpent-2-eno



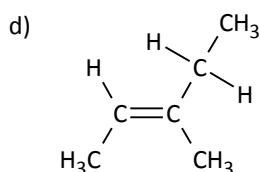
No puede tener actividad óptica. No hay 4 sustituyentes distintos en el único carbono de la molécula.



Sí puede tener actividad óptica. Hay 4 sustituyentes distintos en el carbono central.



No puede tener actividad óptica. No hay 4 sustituyentes distintos en ningún carbono de la molécula.

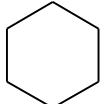


No puede tener actividad óptica. No hay 4 sustituyentes distintos en ningún carbono de la molécula.

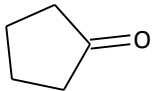
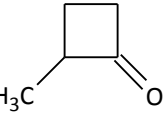
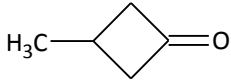
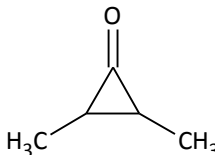
ACTIVIDADES (página 167)

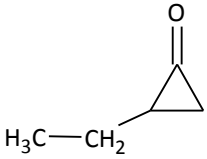
26. Escribe y nombra tres isómeros de cadena del hex-2-eno.

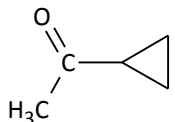
La fórmula semidesarrollada del hex-2-eno es: $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$. Los isómeros de cadena se diferencian en la estructura del esqueleto de la cadena. Tres isómeros pueden ser:

- $$\begin{array}{c}
 \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_2\text{-CH}_3 \\
 \backslash \quad / \\
 \text{CH}=\text{C} \\
 / \quad \backslash \\
 \quad \quad \quad \text{CH}_3
 \end{array}$$
 3-metilpent-2-eno
- $$\begin{array}{c}
 \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\
 \backslash \quad / \\
 \text{C}=\text{C} \\
 / \quad \backslash \\
 \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_3
 \end{array}$$
 2,3-dimetilbut-2-eno
- 
 ciclohexano

27. Escribe y nombra todas las cetonas de cinco átomos de carbono con un solo grupo carbonilo.

- $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ pentan-2-ona
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$ pentan-3-ona
- $$\begin{array}{c}
 \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{O} \\
 \backslash \quad / \\
 \text{CH}-\text{C} \\
 / \quad \backslash \\
 \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_3
 \end{array}$$
 3-metilbutan-2-ona
- 
 ciclopentanona
- 
 2-metilciclobutanona
- 
 3-metilciclobutanona
- 
 2,3-dimetilciclopropanona

- 

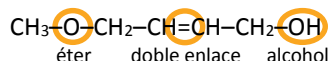
2-etilciclopropanona
- 

1-ciclopropiletanona

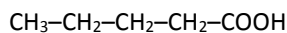
28. Identifica los grupos funcionales que están presentes en este compuesto. Escribe la fórmula de otro que sea isómero de función con un único grupo funcional.



El nombre del compuesto es 4-metoxibut-2-en-1-ol. Los grupos funcionales son:

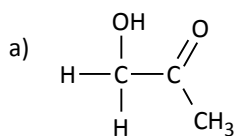


Un isómero con un único grupo funcional es el ácido pentanoico:

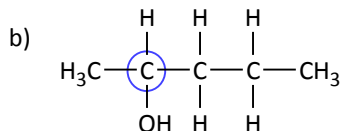


29. Indica cuáles de estos pueden presentar isomería óptica.

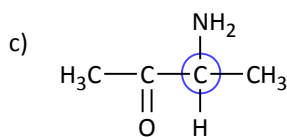
- 3-hidroxipentan-2-ona
- pentan-2-ol
- 3-aminobutanona
- ciclopentanol
- 2-clorociclopentanol



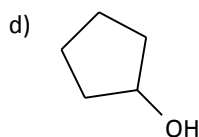
No puede tener actividad óptica. No hay 4 sustituyentes distintos en ninguno de los átomos de carbono.



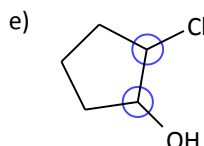
Sí puede tener actividad óptica. Hay 4 sustituyentes distintos en el átomo de carbono número 2 de la cadena principal.



Sí puede tener actividad óptica. Hay 4 sustituyentes distintos en el átomo carbono número 3 de la cadena principal.



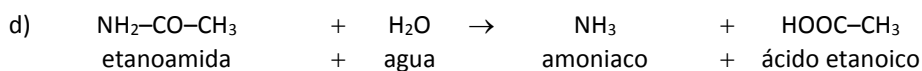
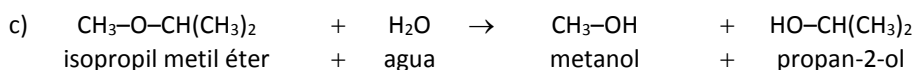
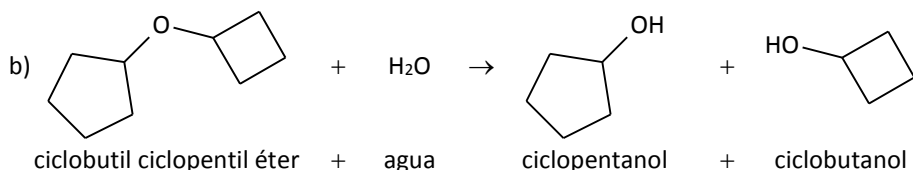
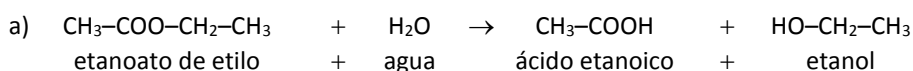
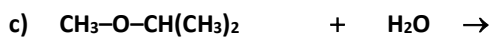
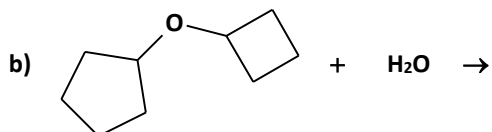
No puede tener actividad óptica. No hay 4 sustituyentes distintos en ningún átomo de carbono del ciclo.



Sí puede tener actividad óptica. Hay 4 sustituyentes distintos en dos átomos de carbono del ciclo.

ACTIVIDAD (página 169)

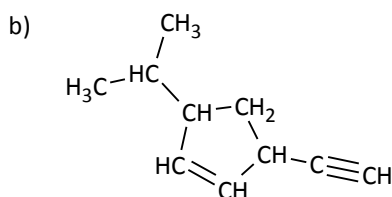
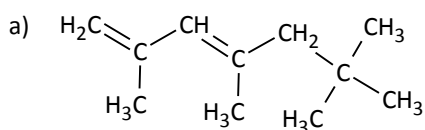
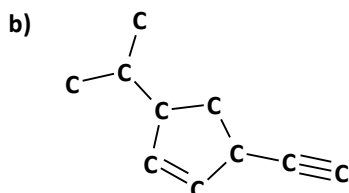
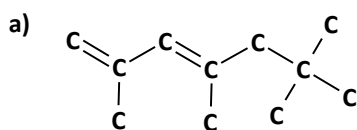
30. Completa en tu cuaderno las siguientes reacciones de hidrólisis y nombra las sustancias que intervienen.



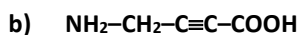
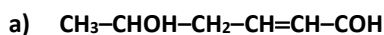
ACTIVIDADES FINALES (página 177)

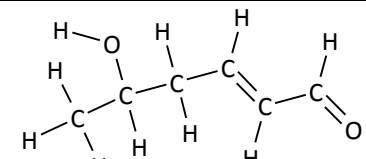
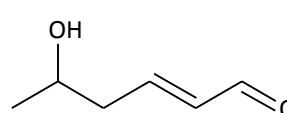
La fórmula de los compuestos orgánicos

31. Escribe los átomos de hidrógeno que faltan para que las siguientes cadenas carbonadas representen la fórmula de un hidrocarburo.



32. A continuación se muestra la fórmula semidesarrollada de dos compuestos. Para cada uno, escribe sus fórmulas desarrollada, supersimplificada y molecular:

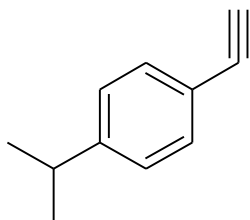


	desarrollada	supersimplificada	molecular
a)			$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$

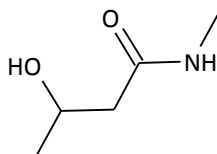
	desarrollada	supersimplificada	molecular
b)			C ₄ H ₅ NO ₂

33. Las siguientes son las fórmulas supersimplificadas de dos compuestos. Para cada uno de ellos escribe la fórmula desarrollada, semidesarrollada y molecular:

a)



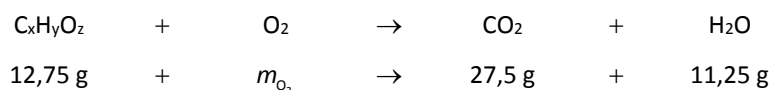
b)



	desarrollada	semidesarrollada	molecular
a)			C ₁₁ H ₁₂
b)			C ₅ H ₁₁ NO ₂

34. Se queman 12,75 g de un dialcohol en presencia de un exceso de oxígeno. Como resultado de la reacción se obtienen 27,5 g de dióxido de carbono y 11,25 g de agua. Determina la fórmula del compuesto.

La reacción química sin ajustar es:



Masa molar del agua:

$$M(H_2O) = 1,008 \cdot 2 + 16,00 = 18,016 \text{ g/mol}$$

La cantidad de hidrógeno presente en el agua:

$$11,25 \text{ g de } H_2O \cdot \frac{(1,008 \text{ g de H}) \cdot 2}{18,016 \text{ g de } H_2O} = 1,259 \text{ g de H}$$

La misma cantidad de hidrógeno expresada en mol:

$$1,259 \text{ g de H} \cdot \frac{1 \text{ mol de H}}{1,008 \text{ g de H}} = 1,249 \text{ mol de H}$$

Masa molar del dióxido de carbono:

$$M(CO_2) = 12,00 + 16,00 \cdot 2 = 44,00 \text{ g/mol}$$

La cantidad de carbono presente en el dióxido de carbono:

$$27,5 \text{ g de CO}_2 \cdot \frac{12,00 \text{ g de C}}{44,00 \text{ g de CO}_2} = 7,5 \text{ g de C}$$

La misma cantidad de carbono expresada en mol:

$$7,5 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12,00 \text{ g de C}} = 0,625 \text{ mol de C}$$

Estas cantidades de hidrógeno y oxígeno proceden del alcohol, así que la cantidad de oxígeno en la reacción es:

$$12,75 \text{ g de C}_x\text{H}_y\text{O}_z - 1,259 \text{ g de H} - 7,5 \text{ g de C} = 3,99 \text{ g de O}$$

La cantidad de oxígeno presente en el alcohol expresado en mol:

$$3,99 \text{ g de O} \cdot \frac{1 \text{ mol de O}}{16,00 \text{ g de O}} = 0,249 \text{ mol de O}$$

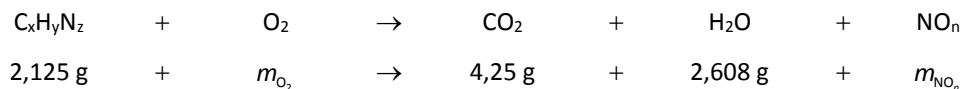
La fórmula del alcohol debe ser proporcional a $\text{C}_{0,625}\text{H}_{1,249}\text{O}_{0,249}$:

$$\frac{\text{C}_{0,625}\text{H}_{1,249}\text{O}_{0,249}}{0,249} \Rightarrow \text{C}_{2,51}\text{H}_{5,02}\text{O}_1 \Rightarrow \text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$$

Al tratarse de un alcohol la fórmula molecular es: $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$.

- 35.** La putrescina es un compuesto de C, H y N que se origina en los procesos de putrefacción de la carne. Al quemar una muestra de 2,125 g de putrescina con exceso de oxígeno se forman 4,25 g de dióxido de carbono y 2,608 g de agua. Obtén la fórmula de la putrescina sabiendo que su masa molar es 88 g/mol.

La reacción química sin ajustar es:



Masa molar del agua:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1,008 \cdot 2 + 16,00 = 18,016 \text{ g/mol}$$

La cantidad de hidrógeno presente en el agua:

$$2,608 \text{ g de H}_2\text{O} \cdot \frac{(1,008 \text{ g de H}) \cdot 2}{18,016 \text{ g de H}_2\text{O}} = 0,292 \text{ g de H}$$

La misma cantidad de hidrógeno expresada en mol:

$$0,292 \text{ g de H} \cdot \frac{1 \text{ mol de H}}{1,008 \text{ g de H}} = 0,290 \text{ mol de H}$$

Masa molar del dióxido de carbono:

$$M(\text{CO}_2) = 12,00 + 16,00 \cdot 2 = 44,00 \text{ g/mol}$$

La cantidad de carbono presente en el dióxido de carbono:

$$4,25 \text{ g de CO}_2 \cdot \frac{12,00 \text{ g de C}}{44,00 \text{ g de CO}_2} = 1,159 \text{ g de C}$$

La misma cantidad de carbono expresada en mol:

$$1,159 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12,00 \text{ g de C}} = 0,0966 \text{ mol de C}$$

Estas cantidades de hidrógeno y oxígeno proceden de la putrescina, así que la cantidad de nitrógeno en la reacción es:

$$2,125 \text{ g de C}_x\text{H}_y\text{N}_z - 0,292 \text{ g de H} - 1,159 \text{ g de C} = 0,674 \text{ g de N}$$

La cantidad de nitrógeno presente en la putrescina expresado en mol:

$$0,674 \text{ g de N} \cdot \frac{1 \text{ mol de N}}{14,01 \text{ g de N}} = 0,0481 \text{ mol de N}$$

La fórmula de la putrescina debe ser proporcional a $C_{0,0966}H_{0,290}N_{0,0481}$:

$$C_{\frac{0,0966}{0,0481}}H_{\frac{0,290}{0,0481}}N_{\frac{0,0481}{0,0481}} \Rightarrow C_{2,01}H_{6,03}N_1 \Rightarrow C_2H_6N$$

Comprobamos si esta es la fórmula molecular del compuesto. Para ello, obtenemos su masa molar:

$$M(C_2H_6N) = 12,00 \cdot 2 + 1,008 \cdot 6 + 14,01 = 44,06 \text{ g/mol}$$

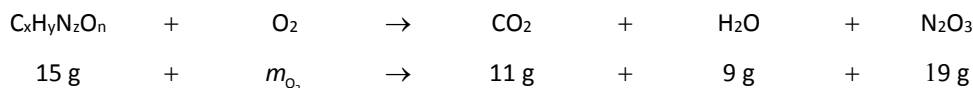
Como NO coincide con el dato, hay que pensar que esa es la fórmula empírica del compuesto. En la molécula del compuesto habrá n veces esta proporción de átomos:

$$n = \frac{88 \text{ g/mol}}{44,06 \text{ g/mol}} = 1,997 \approx 2$$

Fórmula molecular de la putrescina: $C_4H_{12}N_2$.

36. Determina la fórmula molecular de la urea sabiendo que al quemar 15 g de urea en presencia de exceso de O_2 se consiguen 11 g de CO_2 , 9 g de H_2O y 19 g de N_2O_3 . La masa molar de la urea es de 60 g/mol.

La reacción química sin ajustar es:



Masa molar del agua:

$$M(H_2O) = 1,008 \cdot 2 + 16,00 = 18,016 \text{ g/mol}$$

La cantidad de hidrógeno presente en el agua:

$$9 \text{ g de } H_2O \cdot \frac{(1,008 \text{ g de H}) \cdot 2}{18,016 \text{ g de } H_2O} = 1,007 \text{ g de H}$$

La misma cantidad de hidrógeno expresada en mol:

$$1,007 \text{ g de H} \cdot \frac{1 \text{ mol de H}}{1,008 \text{ g de H}} = 0,999 \text{ mol de H}$$

Masa molar del dióxido de carbono:

$$M(CO_2) = 12,00 + 16,00 \cdot 2 = 44,00 \text{ g/mol}$$

La cantidad de carbono presente en el dióxido de carbono:

$$11 \text{ g de } CO_2 \cdot \frac{12,00 \text{ g de C}}{44,00 \text{ g de } CO_2} = 3,000 \text{ g de C}$$

La misma cantidad de carbono expresada en mol:

$$3,000 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12,00 \text{ g de C}} = 0,250 \text{ mol de C}$$

Masa molar del trióxido de dinitrógeno:

$$M(N_2O_3) = 14,01 \cdot 2 + 16,00 \cdot 3 = 76,02 \text{ g/mol}$$

La cantidad de nitrógeno presente en el trióxido de dinitrógeno:

$$19 \text{ g de } N_2O_3 \cdot \frac{(14,01 \text{ g de N}) \cdot 2}{76,02 \text{ g de } N_2O_3} = 7,003 \text{ g de N}$$

La misma cantidad de nitrógeno expresada en mol:

$$7,003 \text{ g de N} \cdot \frac{1 \text{ mol de N}}{14,01 \text{ g de N}} = 0,500 \text{ mol de N}$$

Estas cantidades de hidrógeno, carbono y nitrógeno proceden de la urea, así que la cantidad de oxígeno en la reacción es:

$$15 \text{ g de } C_xH_yN_zO_n - 0,999 \text{ g de H} - 3,000 \text{ g de C} - 7,003 \text{ g de N} = 3,998 \text{ g de O}$$

La cantidad de oxígeno presente en la urea expresado en mol:

$$3,998 \text{ g de O} \cdot \frac{1 \text{ mol de O}}{16,00 \text{ g de O}} = 0,250 \text{ mol de O}$$

La fórmula de la urea debe ser proporcional a $C_{0,250}H_{0,999}N_{0,500}O_{0,250}$:

$$C_{\frac{0,250}{0,250}}H_{\frac{0,999}{0,250}}N_{\frac{0,500}{0,250}}O_{\frac{0,250}{0,250}} \Rightarrow C_1H_{3,996}N_2O_1 \Rightarrow CH_4N_2O$$

Comprobamos si esta es la fórmula molecular del compuesto. Para ello, obtenemos su masa molar:

$$M(CH_4N_2O) = 12,00 + 1,008 \cdot 4 + 14,01 \cdot 2 + 16,00 = 60,05 \text{ g/mol}$$

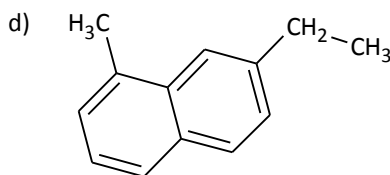
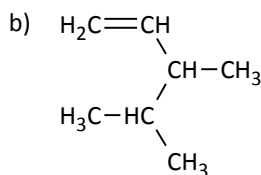
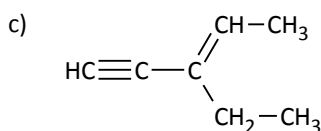
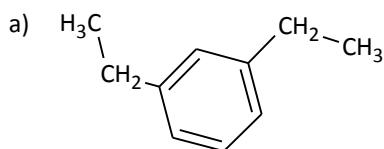
Se aproxima al dato bastante bien, hay que pensar que la fórmula empírica del compuesto es la misma que la fórmula molecular. Fórmula molecular de la urea: **CH₄N₂O**.

ACTIVIDADES FINALES (página 178)

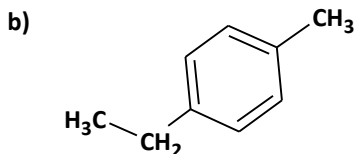
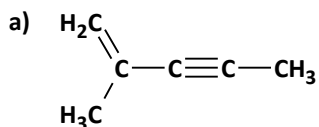
Formulación y nomenclatura de compuestos orgánicos

37. Formula los siguientes compuestos.

- a) 1,3-dietilbenceno c) 3-etilpent-3-en-1-ino
b) 3,4-dimetilpent-1-eno d) 6-etil-1-metilnaftaleno



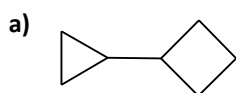
38. Nombra los siguientes compuestos.



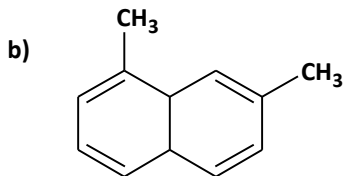
a) 2-metilpent-1-en-3-ino

b) 1-etil-4-metilbenceno

39. Nombra los siguientes compuestos.



a) ciclopropilciclobutano



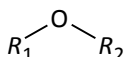
b) 1,7-dimetilnaftaleno

40. Escribe en tu cuaderno los grupos funcionales de los compuestos orgánicos oxigenados.

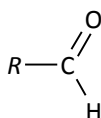
Alcohol:



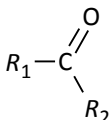
Éter:



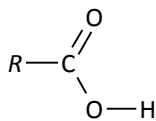
Aldehído:



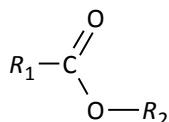
Cetona:



Ácido carboxílico:



Éster:



41. Formula el pentan-2-ol. Formula un compuesto diferente de su misma serie homóloga. Formula un compuesto de la misma familia que él pero que no pertenezca a su serie homóloga.

Pentan-2-ol	Misma serie homóloga	Misma familia, distinta serie homóloga
	propan-2-ol	but-3-en-2-ol

42. Escribe la fórmula molecular de los siguientes alcoholes: metanol, etanol, propan-2-ol, pentan-3-ol. Deduce la fórmula general de los compuestos que tienen un grupo alcohol en su molécula: $\text{C}_n\text{H}_x\text{O}$.

Nombre	Fórmula molecular	El número de átomos de hidrógeno es siempre el doble que el de carbono más dos: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$
metanol	CH_4O	
etanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	
propan-2-ol	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	
pentan-2-ol	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$	

43. Escribe la fórmula molecular de los siguientes aldehídos: metanal, etanal, propanal, pentanal. Deduce la fórmula general de los compuestos que tienen un grupo aldehído en su molécula C_nH_xO .

Nombre	Fórmula molecular
metanal	CH_2O
etanal	C_2H_4O
propanal	C_3H_6O
pentanal	$C_5H_{10}O$

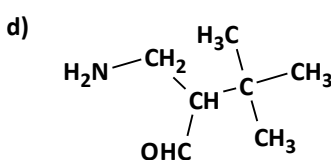
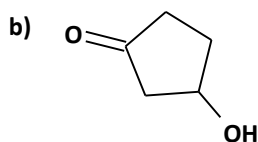
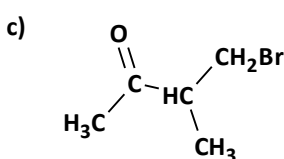
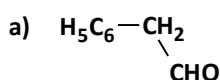
El número de átomos de hidrógeno es siempre el doble que el de carbono:
 $C_nH_{2n}O$

44. Escribe la fórmula molecular de las siguientes cetonas: propanona, butanona, pentan-3-ona. Deduce la fórmula general de los compuestos que tienen un grupo cetona en su molécula C_nH_xO .

Nombre	Fórmula molecular
propanona	C_3H_6O
butanona	C_4H_8O
pentan-3-ona	$C_5H_{10}O$

El número de átomos de hidrógeno es siempre el doble que el de carbono:
 $C_nH_{2n}O$

45. Nombra los siguientes compuestos.

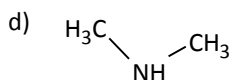
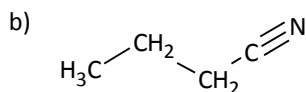
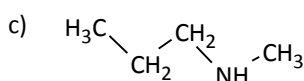
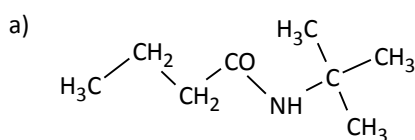


- a) feniletanal
b) 4-bromo-3-hidroxiбутан-2-ona
c) 3-hidroxiciclopentan-1-ona
d) 3-amino-2-terc-butilpropanal

46. Formula los siguientes compuestos.

- a) *N*-terc-butilbutanamida
b) butanonitrilo

- c) *N*-metilpropan-1-amina
d) *N*-metilformamida



47. Nombra los siguientes compuestos.

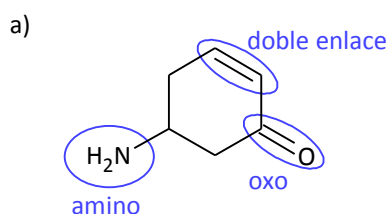
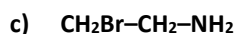
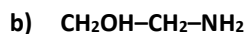
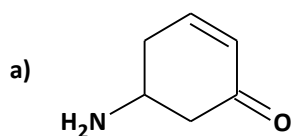
- a) $CN-CH_2-CH_3$
b) $C_6H_5-NH_2$

- c) $CH_3-NH-CO-CH_2-CH_3$
d)

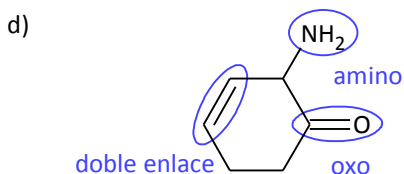
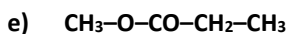
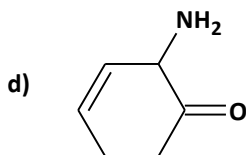
- a) propanonitrilo
b) fenilamina
c) *N*-metilpropanamida
d) ciclobut-2-en-1-amina

ACTIVIDADES FINALES (página 179)

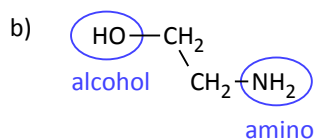
48. Identifica los grupos funcionales de los siguientes compuestos y nómbralos.



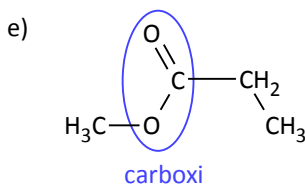
5-aminociclohex-2-en-1-ona



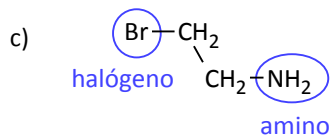
2-aminociclohex-3-en-1-ona



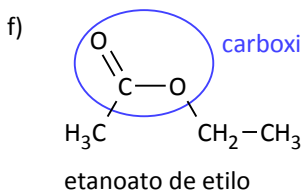
2-aminoetanol



propanoato de metilo



2-bromoetanoamina



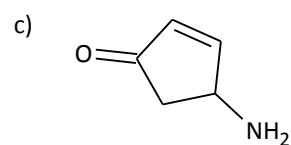
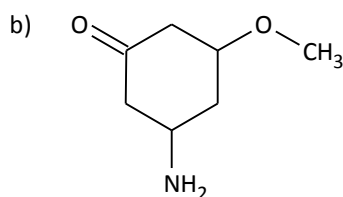
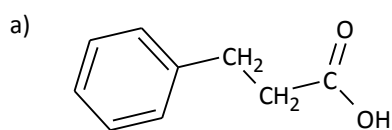
etanoato de etilo

49. Formula los siguientes compuestos.

a) ácido 3-fenilpropanoico

b) 3-amino-5-metoxiciclohexan-1-ona

c) 4-aminociclopent-2-en-1-ona

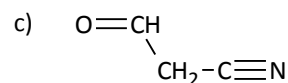
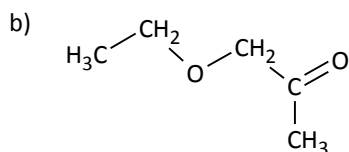
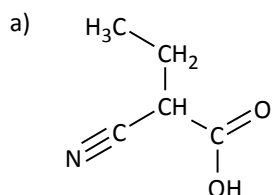


50. Formula los siguientes compuestos.

a) ácido 2-cianobutanoico

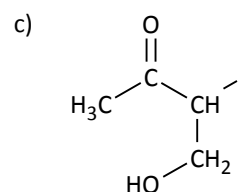
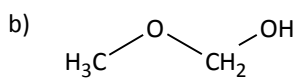
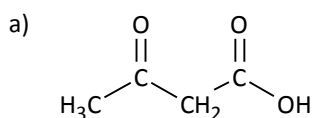
b) etoxipropanona

c) 3-oxopropanonitrilo

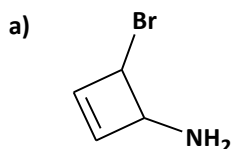


51. Formula los siguientes compuestos.

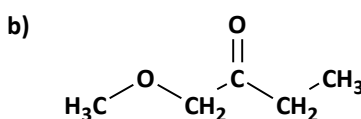
- a) ácido 3-oxobutanoico
 b) metoximetanol
 c) 3-yodo-4-hidroxibut-2-ona



52. Nombra los siguientes compuestos.

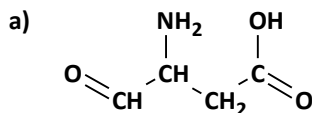


a) 4-bromociclobut-2-en-1-amino

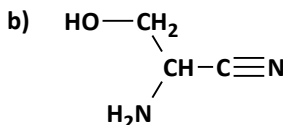


b) 1-metoxibutan-2-ona

53. Nombra los siguientes compuestos.



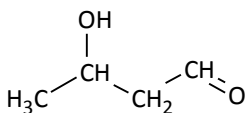
a) ácido 3-amino-4-oxobutanoico



b) 2-amino-3-hidroxiopropanonitrilo

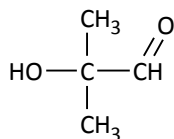
Isomería

54. Escribe y nombra tres isómeros estructurales del 3-hidroxibutanal.



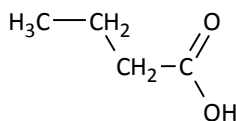
3-hidroxibutanal

Isómero estructural de cadena



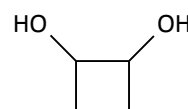
2-hidroxi-2-metilpropanal

Isómero estructural de función



ácido butanoico

Isómero estructural de función

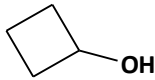


ciclobutan-1,2-diol

55. Para el ciclopentanol, escribe la fórmula de un compuesto de su misma serie homóloga, otro que pertenezca a su familia pero no a su serie homóloga y otro que sea su isómero estructural.

ciclopentanol	Misma serie homóloga	Misma familia, distinta serie homóloga	Isómero estructural
	ciclobutanol	prop-2-en-1-ol	pent-3-en-1-ol

56. Identifica los grupos funcionales de los siguientes compuestos y relaciona los que son isómeros de función.

- a) $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$
 b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
 c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$
 d) $\text{CH}_3\text{-O-CO-CH}_3$
 e) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$
 f) 

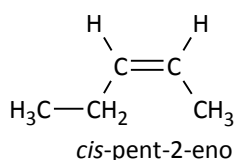
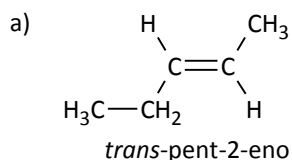
- g) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$
 h) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{OH}$

- a) Grupo éter
 b) Grupo ácido carboxílico
 c) Grupo aldehído
 d) Grupo éster
 e) Grupo alcohol
 f) Grupo alcohol
 g) Grupo cetona
 h) Grupo alcohol y un doble enlace

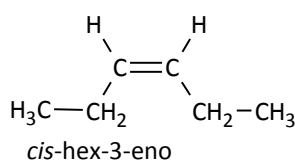
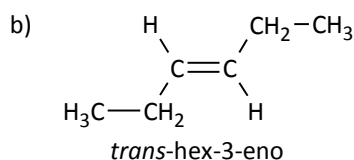
- Son isómeros de función el a) y el e). Con la misma fórmula molecular, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, hay un éter y un alcohol.
- Son isómeros de función el c), f), g) y h). Con la misma fórmula molecular, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, hay un aldehído, una cetona y dos alcoholes, uno en un ciclo y otro en cadena abierta con doble enlace.
- Son isómeros de función el b) y el d). Con la misma fórmula molecular, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, hay un ácido y un éster.

57. Formula los siguientes compuestos e indica cuáles de ellos pueden presentar isomería geométrica.

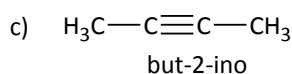
- a) pent-2-eno d) 2-metilbut-2-eno
 b) hex-3-eno e) 3-metilpent-2-eno
 c) but-2-ino f) ácido but-2-enoico



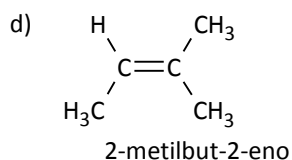
Presenta isomería geométrica.



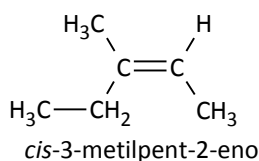
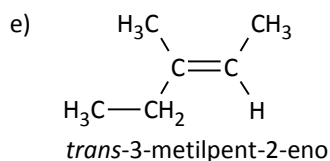
Presenta isomería geométrica.



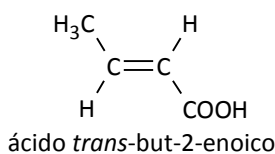
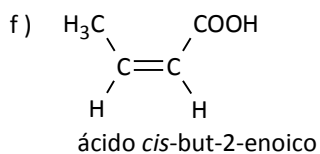
No puede presentar isomería geométrica por el triple enlace.



No puede presentar isomería geométrica porque uno de los átomos de carbono del doble enlace tiene los dos sustituyentes iguales.

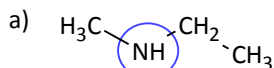
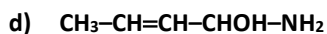
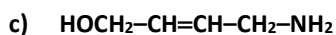
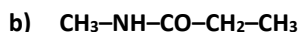


Presenta isomería geométrica.



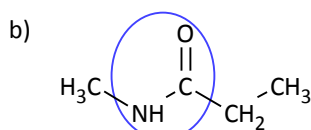
Presenta isomería geométrica.

58. Identifica los grupos funcionales de los siguientes compuestos y relaciona los que son isómeros estructurales:



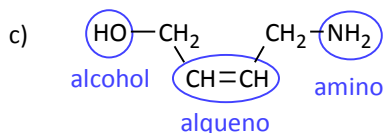
amino

N-metiletanamina

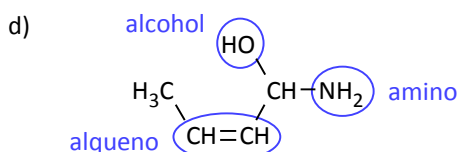
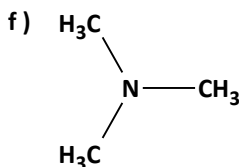
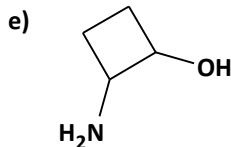


amida

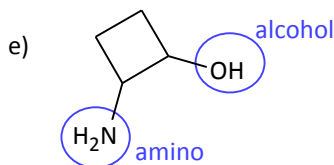
N-metilpropanamida



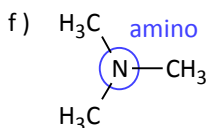
4-aminobut-2-en-1-ol



1-aminobut-2-en-1-ol

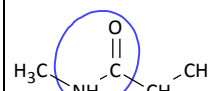
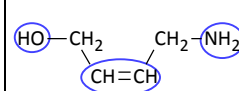
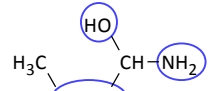
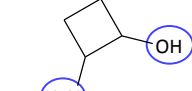
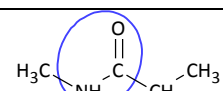
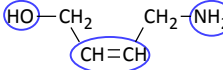
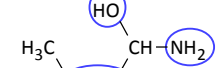
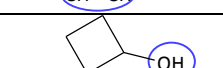


2-aminociclobutan-1-ol



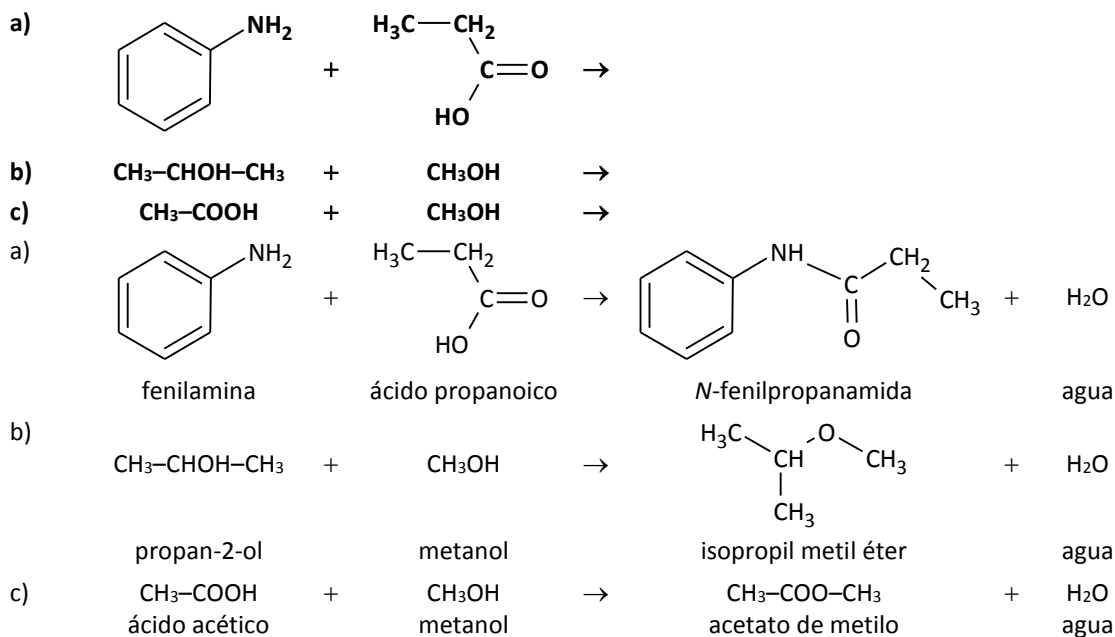
N,N-dimetilfenilamina

- Son isómeros estructurales el a) y el f). Con la misma fórmula molecular, $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$, en las dos moléculas se conserva la función amina, así que son isómeros estructurales de cadena.
- Son isómeros estructurales el b), c), d) y e). Las cuatro moléculas tienen la misma fórmula molecular, $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}$. Las modificaciones de una a otra son según la tabla de doble entrada.

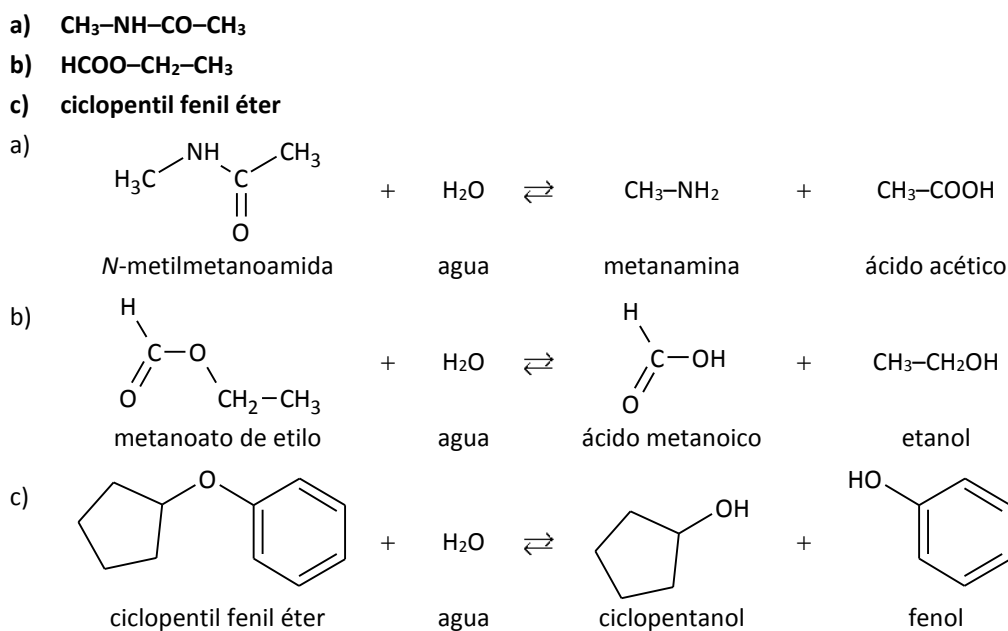
				
		función	función	función
	función		posición	cadena
	función	posición		cadena
	función	cadena	cadena	

Reacciones de los compuestos orgánicos

59. Completa en tu cuaderno las siguientes reacciones y nombra las sustancias que intervienen.



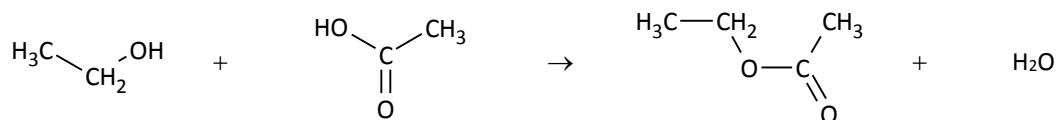
60. Escribe una reacción química que te permita obtener las siguientes sustancias.



ACTIVIDADES FINALES (página 180)

61. Se hacen reaccionar 50 mL de un ácido acético comercial, del 96 % de riqueza en masa y densidad 1,06 g/mL con un exceso de etanol. Calcula que cantidad, en gramos, de acetato de etilo se habrá obtenido suponiendo que el proceso va con un 85 % de rendimiento.

1. Escribimos la ecuación química de la reacción y la ajustamos.



1 mol de etanol con 1 mol de ácido acético dan 1 mol de acetato de etilo y 1 mol de agua

2. Debajo de cada sustancia escribimos los datos que conocemos.



1 mol de ácido acético con 1 mol de etanol dan 1 mol de acetato de etilo y 1 mol de agua
50 mL

96 % en masa

85 % de rendimiento

$d = 1,06 \text{ g/mL}$

3. Expresamos en mol la cantidad de las sustancias que reaccionan. La densidad del etanol permite calcular su equivalente en masa, y la riqueza, la cantidad exacta de ácido que puede reaccionar:

$$50 \text{ mL de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ comercial} \cdot \frac{1,06 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 53 \text{ g de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ comercial}$$

$$53 \text{ g de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ comercial} \cdot \frac{96 \text{ g de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ puro}}{100 \text{ g de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ comercial}} = 50,88 \text{ g de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ puro}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = 12,00 \cdot 2 + 1,008 \cdot 4 + 16,00 \cdot 2 = 60,032 \text{ g/mol}$$

$$50,88 \text{ g de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ puro} \cdot \frac{1 \text{ mol de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2}{60,032 \text{ g de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ puro}} = 0,848 \text{ mol de } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$$

4. La estequiometría de la reacción permite calcular los moles de acetato de etilo que se obtienen:

1 mol de ácido acético, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, producen 1 mol de acetato de etilo, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.

En este caso, se obtendrían 0,848 mol de acetato de etilo si la reacción fuese con un 100 % de rendimiento. De acuerdo con los datos, solo se obtiene el 85 % de lo que se obtendría en teoría:

$$0,848 \text{ mol de } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \text{ teórico} \cdot \frac{85 \text{ mol de } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \text{ real}}{100 \text{ mol de } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \text{ teórico}} = 0,720 \text{ mol de } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \text{ real}$$

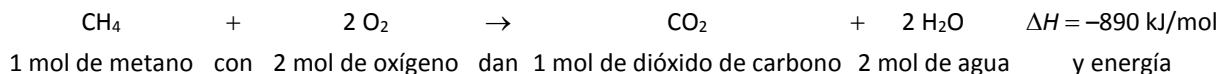
$$M(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 12,00 \cdot 4 + 1,008 \cdot 8 + 16,00 \cdot 2 = 88,064 \text{ g/mol}$$

$$0,720 \text{ mol de } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \cdot \frac{88,064 \text{ g de } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2}{1 \text{ mol de } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2} = 63,44 \text{ g de } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$$

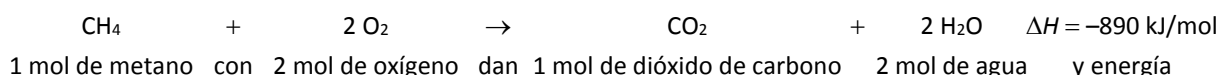
- 62.** En la combustión de cada mol de CH_4 se liberan 890 kJ. Calcula la cantidad de energía que se produce por la combustión de 1 kg de CH_4 y la cantidad de CO_2 que se vierte a la atmósfera en el proceso. Determina el volumen de aire, medido a 0°C y 1 atm, que será necesario para que se produzca esa combustión.

Dato: el aire tiene un 21 % de oxígeno.

1. Escribimos la ecuación química de la reacción y la ajustamos.



2. Debajo de cada sustancia escribimos los datos que conocemos.



1000 g

0°C

0°C

1 atm

1 atm

21 % en volumen

3. Expresamos en mol la cantidad de las sustancias que reaccionan. La masa molar del metano permite calcular el número de moles de este compuesto que participan en la reacción:

$$M(\text{CH}_4) = 12,00 + 1,008 \cdot 4 = 16,032 \text{ g/mol}$$

$$1000 \text{ g de } \text{CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de } \text{CH}_4}{16,032 \text{ g de } \text{CH}_4} = 62,375 \text{ mol de } \text{CH}_4$$

4. La estequiometría de la reacción permite calcular:

- La cantidad de energía:

$$62,375 \text{ mol de CH}_4 \cdot -890 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -55\,514 \text{ kJ} \approx -55\,500 \text{ kJ}$$

El signo negativo indica que el metano pierde esa cantidad de energía. La cantidad de energía que se produce es **55 500 kJ**.

- La cantidad de dióxido de carbono:

$$62,375 \text{ mol de CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de CH}_4} = 32,375 \text{ mol de CO}_2$$

$$M(\text{CO}_2) = 12,00 + 16,00 \cdot 2 = 44,00 \text{ g/mol}$$

$$32,375 \text{ mol de CO}_2 \cdot \frac{44,00 \text{ g de CO}_2}{1 \text{ mol de CO}_2} = \mathbf{2744,5 \text{ g de CO}_2}$$

- La cantidad de aire:

$$62,375 \text{ mol de CH}_4 \cdot \frac{2 \text{ mol de O}_2}{1 \text{ mol de CH}_4} = 124,75 \text{ mol de O}_2$$

De la ecuación de estado de los gases perfectos, $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, despejando y sustituyendo:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{124,75 \text{ mol de O}_2 \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 2792,7 \text{ L de O}_2$$

Considerando la cantidad de oxígeno en el aire:

$$V_{\text{aire}} = 2792,7 \text{ L de O}_2 \cdot \frac{100 \text{ L de aire}}{21 \text{ L de O}_2} = 13\,298 \text{ L de aire} \approx \mathbf{13\,300 \text{ L de aire}}$$

La industria del petróleo y sus derivados

63. Analiza el cuadro de las reservas mundiales de los combustibles fósiles y responde:

- a) Cuál es la región que posee las mayores reservas y en qué porcentaje de:

	Carbón	Petróleo	Gas natural
Región			
Cantidad			
Porcentaje			

- b) Avanzando desde la región que posee la mayor reserva, qué regiones acumulan el 50 % de cada combustible.

- c) Busca información que te permita valorar las reservas de España en cada uno de los tres tipos de combustibles fósiles.

	Carbón	Petróleo	Gas natural

- a) Completamos la tabla con la información del apartado 6:

	Carbón	Petróleo	Gas natural
Región	Eurasia	Oriente Medio	Oriente Medio
Cantidad	$310,54 \cdot 10^{12} \text{ t}$	$808,5 \cdot 10^9 \text{ barriles}$	$80,29 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$
Porcentaje	34,83 %	47,90 %	43,24 %

Para calcular el porcentaje se ha de sumar el total de las reservas mundiales en cada caso:

$$\text{Porcentaje reservas de carbón de Eurasia} = \frac{310,54}{310,54 + 288,33 + 245,09 + 31,81 + 14,64 + 1,12} = 34,83 \%$$

$$\text{Porcentaje reservas de petróleo de Oriente Medio} = \frac{808,5}{808,5 + 329,6 + 229,6 + 147,8 + 130,3 + 42,2} = 47,90 \%$$

$$\text{Porcentaje reservas de gas natural de Oriente Medio} = \frac{80,29}{80,29 + 56,62 + 15,20 + 14,21 + 11,71 + 7,67} = 43,24 \%$$

b) Incorporamos regiones hasta que la suma de porcentajes supere el 50 %:

Carbón		Petróleo		Gas natural	
Eurasia	34,83 %	Oriente Medio	47,90 %	Oriente Medio	43,24 %
Asia-Pacífico	32,34 %	Sudamérica-Caribe	19,53 %	Asia-Pacífico	30,49 %
Suma	67,17 %	Suma	67,43 %	Suma	73,73 %

Calculamos igualmente el porcentaje de la segunda región en importancia:

$$\text{Porcentaje reservas de carbón de Asia-Pacífico} = \frac{288,33}{310,54 + 288,33 + 245,09 + 31,81 + 14,64 + 1,12} = 32,34 \%$$

$$\text{Porcentaje reservas de petróleo de Sudamérica-Caribe} = \frac{329,6}{808,5 + 329,6 + 229,6 + 147,8 + 130,3 + 42,2} = 19,53 \%$$

$$\text{Porcentaje reservas de gas natural de Asia-Pacífico} = \frac{56,62}{80,29 + 56,62 + 15,20 + 14,21 + 11,71 + 7,67} = 30,49 \%$$

c) En esta búsqueda de información se puede echar mano de la información que ofrecen las compañías petrolíferas o el Ministerio de Industria a través de sus portales en la Internet. Algunos datos encontrados para esta publicación que no excluyen otras búsquedas que actualicen los datos:

Fuente: British Petroleum (reservas en 2014)

Carbón	$53 \cdot 10^6$ t
Petróleo	no consta
Gas natural	no consta

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo (datos de producción en 2011).

Carbón	$6,62 \cdot 10^3$ t
Petróleo	100 t
Gas natural	58 m^3 (en condiciones normales)

64. Razona por qué hay refinerías de petróleo y no hay instalaciones semejantes para tratar el gas natural.

El petróleo es una mezcla de diferentes hidrocarburos de muy diferente peso molecular. El gas natural es también una mezcla en la que el componente principal es el metano y hay otros gases también todos de bajo peso molecular.

- Además, en el petróleo se necesita destilar la mezcla para poder separar en diferentes fracciones. Cada una con poca variación en el peso molecular de sus componentes. Así es posible aprovechar cada fracción en el contexto que es útil: combustibles, lubricantes, asfaltos...
- En el gas natural, el peso molecular de sus componentes no es muy variado. Todos los componentes son de bajo peso molecular y se emplean para la combustión y así obtener energía. Por eso no es necesario el tratamiento en las refinerías.

65. En las refinerías se separa el petróleo crudo en distintas fracciones según su punto de ebullición. Desde el punto de vista químico, podemos decir que el proceso es una destilación fraccionada. ¿Por qué se llama refinerías a estas instalaciones y no destilerías?

En la mezcla del petróleo crudo llegan algunas sustancias químicas, que contienen nitrógeno y azufre, se consideran impurezas. Si se dejan en la mezcla al quemar la gasolina, por ejemplo, los gases producto de la combustión contendrían estas sustancias que pueden llegar a ser perjudiciales. Por eso es necesario el refinado.

66. En qué consiste el *cracking* y para qué se utiliza.

Cracking es separar moléculas de alto peso molecular dejando sustancias de menor peso molecular. Se consiguen así gasolinas a partir de querosenos y gasóleos, por ejemplo.

- 67.** Explica la expresión: «La mayor parte de los plásticos son materiales de diseño químico para aplicaciones específicas, que se obtienen del petróleo».

Los plásticos son polímeros. Se consiguen enlazando un número indeterminado de monómeros. Estos monómeros se consiguen desde la destilación del petróleo o como subproducto en los procesos de *cracking*.

- 68.** Busca información y elabora un informe utilizando las TIC que comprenda lo siguiente:

- Productos naturales del carbono.
- Presencia en:
 - Materiales fósiles.
 - Seres vivos.
- Aprovechamiento de los compuestos naturales del carbono.
 - Energético.
 - Alimenticio.
 - Médico.
 - Mejora de la calidad de vida.
- Impacto medioambiental derivado de la obtención y aprovechamiento de los compuestos naturales del carbono.

Al tratarse de un trabajo de investigación, la respuesta es necesariamente abierta. El objetivo es repasar dónde es posible encontrar átomos de carbono en la naturaleza, clasificando según el origen como material fósil o materia viva. Y qué utilidad tiene para las personas. Para terminar con una reflexión alrededor del impacto de nuestra intervención en la naturaleza.

- 69.** Busca información y elabora un informe utilizando las TIC que comprenda lo siguiente:

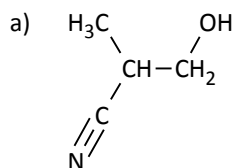
- Productos del carbono obtenidos de forma sintética.
- Aprovechamiento de los compuestos sintéticos del carbono.
 - Alimenticio.
 - Médico.
 - Industrial (obtención de materiales).
 - Mejora de la calidad de vida.
- Impacto medioambiental derivado de la obtención y aprovechamiento de los compuestos sintéticos del carbono.

Al tratarse de un trabajo de investigación, la respuesta es necesariamente abierta. El objetivo es repasar en dónde es posible encontrar átomos de carbono en las sustancias no naturales y qué utilidad tiene para las personas. Para terminar con una reflexión alrededor del impacto en la naturaleza de nuestra intervención.

AMPLIACIÓN (página 180)

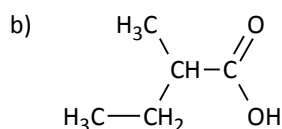
- 70.** Detecta y corrige el error de los siguientes nombres.

- a) 2-cianopropan-1-ol
 b) ácido 2-etilpropanoico
 c) 3,3-dibromobut-3-en-2-ona



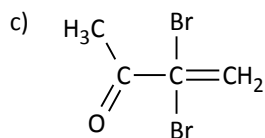
El nitrilo es la función principal:

3-hidroxi-2-metilpropanonitrilo



La cadena de carbonos de mayor longitud es de 4 átomos de carbono:

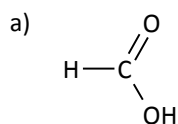
ácido 2-metilbutanoico



El átomo de carbono número 3 no puede formar 5 enlaces. **El compuesto no es posible.**

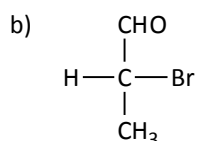
71. Indica cuáles de estos compuestos pueden presentar isomería óptica.

- a) ácido metanoico
- b) 2-cloropropanal
- c) 3-metilbutanonitrilo
- d) 3-metilpent-2-eno



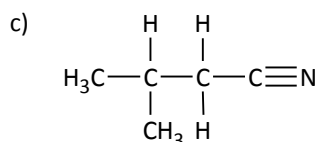
El único átomo de carbono en el compuesto forma 3 enlaces.

No es posible la simetría especular.



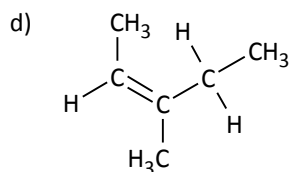
En el átomo de carbono central cada uno de los enlaces es a un sustituyente diferente.

Sí es posible la isomería especular.



Los átomos que tienen cuatro enlaces simples repiten algún sustituyente.

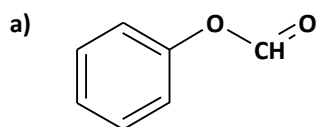
No es posible la simetría especular.



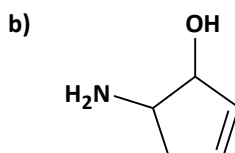
Los átomos que tienen cuatro enlaces simples repiten algún sustituyente.

No es posible la simetría especular.

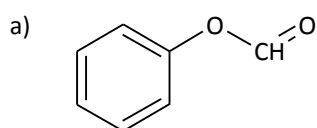
72. Los nombres siguientes contienen un error; detéctalo y corrígelo:



ácido benzoico

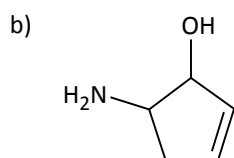


2-aminociclopent-4-en-1-ol



El aldehído es la función principal:

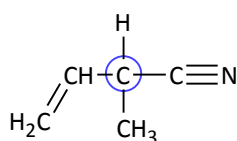
Fenoximetanal.



En la numeración de los átomos de carbono del ciclo se mira primero el enlace doble que el sustituyente amino:

5-aminociclopent-2-en-1-ol.

73. Escribe la fórmula de un compuesto de cinco átomos de carbono que tenga un grupo ciano y un doble enlace y sea ópticamente activo.



Sí puede tener actividad óptica. Hay 4 sustituyentes distintos en el átomo de carbono número 2 de la cadena principal.

Su nombre: **2-metilbut-3-enonitrilo.**

QUÍMICA EN TU VIDA (página 182)

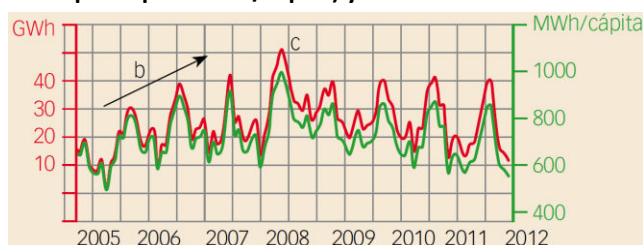
INTERPRETA

1. Describe el camino del gas natural desde que se extrae de un yacimiento hasta que lo aprovechamos en una vivienda.
 1. Extracción del yacimiento.
 2. Almacenamiento próximo a la extracción.
 1. Transporte. Por gaseoductos o con barcos metaneros.
 1. Almacenamiento previo a la distribución.
 1. Distribución a viviendas e industrias.

2. ¿Por qué se dice que el gas natural es un combustible más «limpio» que otros?
 Como puede verse en la gráfica, las emisiones de dióxido de carbono son menores para una misma cantidad de energía generada.

REFLEXIONA

3. Observa el gráfico que muestra la evolución en el consumo de gas natural en España (GWh total junto con el gráfico que muestra el consumo per cápita MWh/cápita) y contesta.



- a) ¿Qué condicionantes estacionales, sociales y económicos inciden en el consumo de gas natural?
- b) ¿A qué crees que se debió el incremento observado en el consumo total de gas natural hasta el invierno de 2008?
- c) Explica el periodo 2008-2012 de la gráfica verde.
 - a) Se puede observar en la gráfica que el consumo se intensifica cíclicamente según los ciclos estacionales. En la primera parte de la gráfica se observa que los ciclos van llevando a picos cada vez más altos, esto es consecuencia de un crecimiento sostenido del consumo. Quedó estancado, incluso se redujo a partir de 2008. A partir de 2008 se separa la gráfica de consumo total de la de consumo per cápita.
 - b) Son los años previos a la crisis económica de 2007. En este periodo se construyeron muchas casas nuevas que había que calentar. La economía española crecía y con ella el consumo de energía.
 - c) En el periodo a partir de 2008 hasta 2012 el consumo global (línea roja) de energía se estancó, cada invierno repite la altura del pico, cada verano se consume menos. El motivo puede ser que cada vez más la energía eléctrica se genera con eólica y solar, así no es necesario consumir más gas. En la línea verde se ve que se separa de la roja. Esto es porque al ser consumo per cápita se divide entre el número de habitantes, que cada vez son más.

