

**En contexto** (Pág. 163)

a.

— Respuesta sugerida:

Una estufa de gas, o brasero en este caso, necesita un combustible y un comburente para poder generar calor. En una combustión completa, todo el carbono se transforma en dióxido de carbono y agua, además de energía (en este caso, energía térmica). Pero, cuando hay deficiencia de oxígeno, se produce una mala combustión y no se genera dióxido de carbono, sino monóxido de carbono.

— Respuesta sugerida:

El monóxido de carbono es un compuesto que tiene más afinidad por el grupo *hemo* de la hemoglobina—proteína que se encarga del transporte y almacenamiento de oxígeno en el torrente sanguíneo— que por la molécula de oxígeno, bloqueando así la cadena respiratoria.

b.

— En las imágenes de estas dos páginas podemos observar un paisaje natural con vegetación salvaje, una refinería de petróleo y troncos de árboles talados.

— Respuesta sugerida:

Los recursos fósiles son fuentes de energía no renovables generadas tras un proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica a lo largo de muchos años.

La extracción masiva de estos recursos fósiles implica su agotamiento. Consecuentemente, es necesario el descubrimiento de nuevas fuentes de energía renovables.

— Respuesta sugerida:

¿Qué otras energías, renovables o no, existen? ¿Cuán contaminante es el uso de recursos fósiles? ¿Qué clase de compuestos se obtienen en una refinería de petróleo? ¿Cuáles son los usos que se dan al petróleo?

c.

— Los productos que se extraen de una refinería de petróleo son, entre otros, los siguientes: gasolina, queroseno, gasoil, productos para la fabricación de neumáticos, aceites, lubricantes, ceras, alquitrán, plásticos...

— Respuesta sugerida:

Las petroquímicas son fábricas contaminantes que emiten gases tóxicos y/o nocivos que perjudican el medio ambiente y al ser humano. Algunos de estos gases son óxidos de azufre, de nitrógeno y de carbono.

Sin embargo, al igual que el resto de industrias, deben cumplir con la normativa medioambiental vigente.

— Respuesta sugerida:

Proponemos consultar el siguiente enlace:

<http://bitacora.ingenet.com.mx/2013/09/podremos-vivir-unicamente-con-energia-renovable/>

Tal y como se explica en el enlace anterior, es posible vivir usando solamente energías renovables; pero la sociedad actual depende en gran medida de los recursos fósiles para satisfacer sus necesidades. Esto hace que, de momento, una vida sin recursos fósiles no sea viable.

**Internet** (Pág. 176)

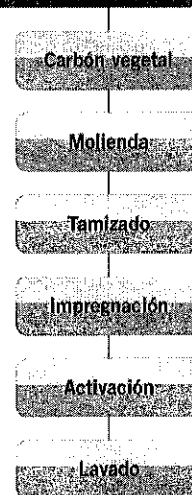
— Respuesta sugerida:

El carbón activado se obtiene a partir de diferentes materias primas carbonizables: carbón mineral, cáscara de coco, madera, lignina, etc., y es utilizado en el ámbito de la medicina, la industria biofarmacéutica y el medio ambiente.

El carbón vegetal se puede activar física o químicamente. El método físico consiste en hacer reaccionar a elevada temperatura el carbón vegetal en atmósfera inerte y saturada de vapor de agua, de modo que, después de un tiempo, algunos átomos de carbono reaccionan y otros se recombinan formando placas grafiticas, creando la estructura carbón-poro.

Por otro lado, la activación química consiste en impregnar el carbón vegetal de diferentes agentes químicos como, por ejemplo, ácido fosfórico, cloruro de cinc, hidróxido de potasio o carbonato de potasio. El carbón impregnado se somete a temperaturas en torno a los 500 °C, de manera que las impurezas volátiles son eliminadas por arrastre, dejando los poros libres.

Se concluye que el mejor método de activación del carbón vegetal es el detallado en este esquema:

**CARBONIZACIÓN EN ATMÓSFERA CONTROLADA**

Se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Carbonizar a 300 °C durante 1 h.
- El tamaño de partícula para la activación ha de ser inferior a 180  $\mu\text{m}$ , impregnación del agente activante a 110 °C durante 15 h.
- Utilizar ácido fosfórico como agente activante en una relación activante: carbón 2:1.
- La temperatura de activación debe ser de 450 °C durante 1 h.

Por último, reflejamos todos los datos anteriores en un informe.

### Amplía (Pág. 177)

— Respuesta sugerida:

- Los gases que agravan el efecto invernadero son los que siguen: dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno y clorofluorocarbonos.

Las fuentes de emisiones del dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno provienen de la industria y de los automóviles y medios de transporte en general que consuman productos derivados del petróleo. El aumento del gas metano es debido a causas antropogénicas.

Los clorofluorocarbonos (CFC) o halocarbonos, en general, son compuestos de carbono unidos a átomos de flúor, cloro y bromo que se usaban para refrigerar y, posteriormente, para la fabricación de espuma, propulsores de aerosoles, etc. Actualmente está prohibido su uso por su impacto sobre la capa de ozono.

Muchos de estos gases ya existían en la atmósfera, y la acción del ser humano ha incrementado su concentración.

### Internet (Pág. 177)

— Respuesta sugerida:

El metano es el hidrocarburo más sencillo, formado por un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno distribuidos de forma tetraédrica alrededor del átomo de carbono. El enlace carbono-hidrógeno es un enlace covalente, de manera que cada átomo de hidrógeno comparte el único electrón de la capa de su nivel más externo con un electrón del átomo de carbono.

El metano se encuentra en fase gas a temperatura ambiente, y es incoloro e inodoro.

Una de las maneras de obtener metano es a través del petróleo o de fuentes de gas natural. Estas fuentes de energía no son renovables, pero cabe destacar que el metano, que es un componente del gas natural, sí que es renovable.

El metano se puede producir por la descomposición de la biomasa y de residuos generados en vertederos mediante microorganismos en condiciones anaeróbicas.

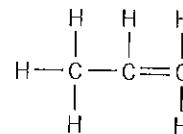
Además, el metano produce menor cantidad de dióxido de carbono que los demás hidrocarburos al ser quemados, disminuyendo las emisiones de dicho gas a la atmósfera y reduciendo el efecto invernadero.

### Problemas resueltos (Pág. 178)

1. A partir de las fórmulas de los hidrocarburos,  $C_nH_{2n+2}$  (alcano),  $C_nH_{2n}$  (alqueno) y  $C_nH_{2n-2}$  (alquino), se puede deducir de qué tipo de hidrocarburo se trata.

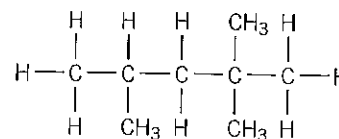
— Aplicamos las fórmulas y escribimos una posible fórmula desarrollada para cada uno de ellos:

$C_3H_6$   $n = 3$ ; entonces,  $2n = 2 \cdot 3 = 6 \rightarrow$  Alqueno



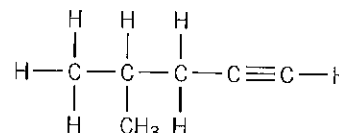
Propeno

$C_8H_{18}$   $n = 8$ ; entonces,  $2n + 2 = 2 \cdot 8 + 2 = 18 \rightarrow$  Alcano



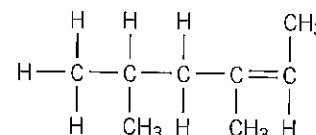
2-metil-4-dimetilpentano

$C_6H_{10}$   $n = 6$ ; entonces,  $2n - 2 = 2 \cdot 6 - 2 = 10 \rightarrow$  Alquino



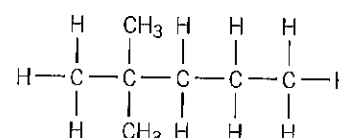
4-metilpent-1-ino

$C_8H_{16}$   $n = 8$ ; entonces,  $2n = 2 \cdot 8 = 16 \rightarrow$  Alqueno



1,2,4-trimetilpent-1-eno

$C_7H_{16}$   $n = 7$ ; entonces,  $2n + 2 = 2 \cdot 7 + 2 = 16 \rightarrow$  Alcano



2-dimetilpentano

— Son hidrocarburos saturados:  $C_8H_{18}$ ,  $C_7H_{16}$ .

— Son hidrocarburos insaturados:  $C_3H_6$ ,  $C_6H_{10}$ ,  $C_8H_{16}$ .

2. Datos: % en masa (C) = 89,94; % en masa (H) = 10,06 %;  $M$  (compuesto) = 80,129  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

— Calculamos las cantidades de sustancia de C y H en el compuesto, tomando como base de cálculo 100 g de compuesto:

$$n(\text{C}) = 89,94 \frac{\text{gC}}{\text{gC}} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \text{ gC}} = 7,489 \text{ mol C}$$

$$n(\text{H}) = 10,06 \frac{\text{gH}}{\text{gH}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,01 \text{ gH}} = 9,96 \text{ mol H}$$

— Deducimos la fórmula empírica de la sustancia:

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{C})} = \frac{9,96 \text{ mol H}}{7,489 \text{ mol C}} \approx \frac{1,33 \text{ mol H}}{1 \text{ mol C}}$$

Como no se trata de valores enteros, buscamos la fracción equivalente más simple que cumpla este requisito.

Multiplicamos por tres el numerador y el denominador, y obtenemos:

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{C})} \approx \frac{4 \text{ mol H}}{3 \text{ mol C}}$$

Por tanto, la fórmula empírica del compuesto es  $\text{C}_3\text{H}_4$ .

— Determinamos la fórmula molecular:

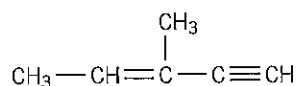
$$M_r(\text{C}_3\text{H}_4): 3 \cdot 12,01 + 4 \cdot 1,01 = 40,07;$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_4): 40,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

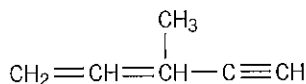
$$n = \frac{M(\text{compuesto})}{M(\text{C}_3\text{H}_4)} = \frac{80,129 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{40,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2$$

La fórmula molecular del compuesto es  $\text{C}_6\text{H}_8$ .

— La fórmula desarrollada y sus posibles nombres son:



3-metilpent-3-en-1-ino



3-metilpent-1-en-4-ino

### Ejercicios y problemas (Págs. 179 y 180)

## 1 LA QUÍMICA DEL CARBONO

Pág. 179

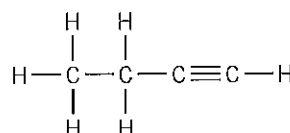
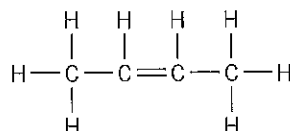
3. La existencia de más compuestos orgánicos que inorgánicos se basa en que el carbono es un elemento tetravalente, al cual se le pueden enlazar hasta cuatro átomos (fundamentalmente de hidrógeno, pero también de otros elementos), formando distintos tipos de enlace. De este modo, podemos obtener infinidad de átomos de carbono unidos entre sí, que contabilizan millones de compuestos; según la American Chemical Society, el 98 % de los compuestos conocidos están basados en el carbono. Basta con fijarnos en la gran cantidad de compuestos orgánicos que intervienen en procesos biológicos. Por este motivo, a la química orgánica también se la conoce con el nombre de *química del carbono*.

La razón de este hecho radica en la configuración electrónica del carbono, que permite formar largas cadenas carbonadas y, a su vez, unirse a otros átomos mediante enlaces suficientemente fuertes para mantener estable la estructura.

El átomo más parecido al de carbono es el de silicio, el cual presenta una configuración electrónica externa también formada por cuatro electrones distribuidos en orbitales del mismo tipo, pero de la tercera capa electrónica, por lo que la energía de los enlaces Si-Si es menor que la de los enlaces C-C, y no es lo suficientemente grande para mantener estables largas cadenas.

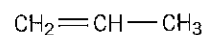
En definitiva, la explicación podemos encontrarla en la cantidad y variedad de enlaces covalentes que puede constituir el carbono, y en la energía de estos.

4. Dos átomos de carbono están más próximos entre sí cuando están unidos a través de un enlace triple. Esto es debido a que la mayor cantidad de electrones compartidos, tres pares, aumenta la energía del enlace.

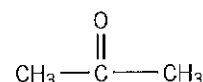


5. Según los elementos que constituyen el compuesto, los compuestos orgánicos se pueden clasificar en cuatro grupos:

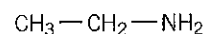
— Hidrocarburos:



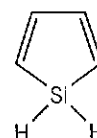
— Compuestos orgánicos oxigenados:



— Compuestos orgánicos nitrogenados:



— Otros compuestos:



(Los compuestos orgánicos también se pueden clasificar atendiendo a otras características, como, por ejemplo, el tipo de cadena).

6. a) Falsa. Los compuestos orgánicos pueden ser polares o no. Los que carecen de polaridad (apolares) no son solubles en agua, puesto que el agua es un compuesto polar y los compuestos orgánicos apolares solo se disuelven en disolventes apolares. Por el contrario, los compuestos orgánicos polares sí que se disuelven en agua por ser un disolvente polar. Del mismo modo, un compuesto orgánico polar puede conducir en cierta medida la electricidad, y los polares no son conductores.
- b) Falsa. El ángulo de enlace del etino o acetileno es de  $180^\circ$ , ya que corresponde a la unión entre dos átomos de carbono a través de un enlace triple. El ángulo de  $120^\circ$  corresponde al eteno.
- c) Falsa. En la fórmula espacial o tridimensional, que es un tipo de fórmula estructural, se puede observar la disposición de los átomos en el espacio; sin embargo, otros tipos de fórmulas estructurales no expresan necesariamente la distribución espacial de los átomos. Es el caso, por ejemplo, de cualquier fórmula desarrollada.

- d) Falsa. En química orgánica existen compuestos que, además de contener carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, también pueden contener fósforo, silicio, halógenos, etc.
- e) Cierto. Las fórmulas empírica y molecular del pentano,  $C_5H_{12}$ , coinciden, puesto que poseen subíndices primos entre sí. En cambio, en la molécula del hexano,  $C_6H_{14}$ , que contiene seis átomos de carbono y catorce átomos de hidrógeno, ambas cantidades son divisibles entre dos, haciendo que sus fórmulas empírica y molecular no coincidan.
7. Las moléculas orgánicas están formadas, como mínimo, por átomos de carbono y de hidrógeno, y por otros átomos en otros casos. El enlace que une estos átomos es el enlace covalente. Este enlace se caracteriza por unir dos átomos mediante la compartición de electrones de la última capa de valencia de dichos átomos.

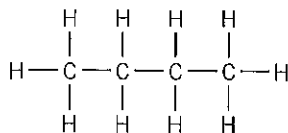
Así, por ejemplo, en una molécula orgánica, dos átomos de carbono pueden estar unidos a través de un enlace sencillo, doble o triple, dependiendo de si cada átomo comparte uno, dos o tres electrones, respectivamente.

8. — Butano

Fórmula empírica:  $C_2H_5$ .

Fórmula molecular:  $C_4H_{10}$ .

Fórmula desarrollada:

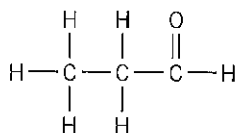


— Propanal

Fórmula empírica:  $C_3H_6O$ .

Fórmula molecular:  $C_3H_6O$ .

Fórmula desarrollada:

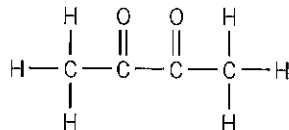


— Butanodiona

Fórmula empírica:  $C_2H_3O$ .

Fórmula molecular:  $C_4H_6O_2$ .

Fórmula desarrollada:

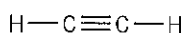


— Acetileno

Fórmula empírica: CH.

Fórmula molecular:  $C_2H_2$ .

Fórmula desarrollada:



9. Los compuestos que contienen carbono, pero no se consideran orgánicos, son el ácido carbónico, las sales derivadas de este ácido y los óxidos de carbono. Todos estos compuestos son considerados inorgánicos.
10. Se trata de la fórmula esquemática que está constituida por una línea poligonal, abierta o cerrada, en la que cada lado representa un enlace entre átomos de carbono y cada vértice, un átomo de carbono con los átomos de hidrógeno que le correspondan. Si no hay átomos diferentes a carbono e hidrógeno, se deben representar explícitamente.

En estos casos se abrevia la representación de los átomos; así, la representación de compuestos orgánicos, tanto lineales como ramificados, es más rápida y aporta cierta información tridimensional.

11. Existen cinco fórmulas para representar los compuestos orgánicos: empírica, molecular, semidesarrollada, desarrollada y tridimensional o espacial (además de la esquemática, ya explicada en el ejercicio anterior).

— La fórmula empírica nos indica qué átomos y en qué proporción se encuentran dentro de una molécula.

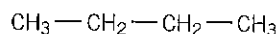
Por ejemplo, el butano se representa mediante  $C_2H_5$ . Esto indica que, por cada dos átomos de carbono, hay cinco átomos de hidrógeno.

— La fórmula molecular señala qué átomos, en qué proporción y en qué cantidad se encuentran dentro de una molécula.

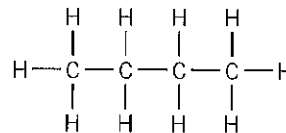
En este caso, la molécula de butano sería  $C_4H_{10}$ . Esto indica que, en la molécula, hay cuatro átomos de carbono y diez átomos de hidrógeno.

— La fórmula semidesarrollada nos indica cómo están enlazados los átomos de carbono, pero no cómo están unidos dichos átomos con otros diferentes.

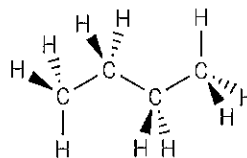
La molécula de butano sería:



— La fórmula desarrollada muestra cómo están enlazados todos los átomos de una molécula entre sí. La fórmula del butano sería:



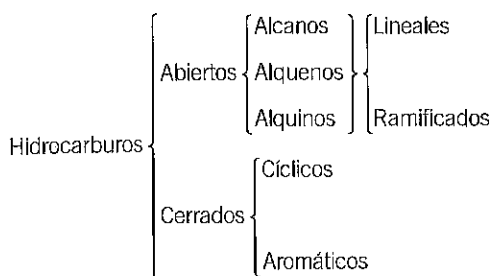
— La fórmula tridimensional o espacial nos indica cómo están enlazados los átomos de una molécula entre sí y cómo se encuentran en el espacio. La fórmula del butano sería:



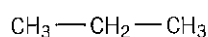
## 2 HIDROCARBUROS

Pág. 179

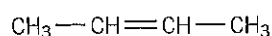
12. Los hidrocarburos se pueden clasificar según el siguiente esquema:



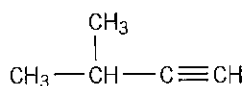
Alcano lineal:



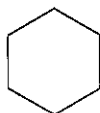
Alqueno lineal:



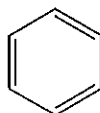
Alquino ramificado:



Cíclico:

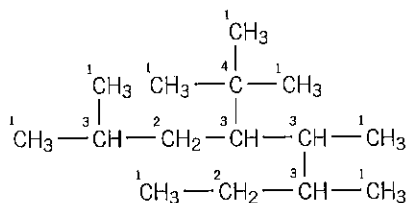


Aromático:



13. Se indica con la siguiente numeración la clase de cada átomo de carbono:

1. Átomo de carbono primario.
2. Átomo de carbono secundario.
3. Átomo de carbono terciario.
4. Átomo de carbono cuaternario.



4-*terc*-butil-2,5,6-trimetiloctano

14. A partir de las fórmulas de los hidrocarburos,  $C_nH_{2n+2}$  (alcano),  $C_nH_{2n}$  (alqueno) y  $C_nH_{2n-2}$  (alquino), se puede deducir de qué tipo de hidrocarburo se trata:

$$C_6H_{10} \quad n = 6; \text{ entonces, } 2n - 2 = 2 \cdot 6 - 2 = 10 \rightarrow \text{Alquino}$$

$$C_4H_{10} \quad n = 4; \text{ entonces, } 2n + 2 = 2 \cdot 4 + 2 = 10 \rightarrow \text{Alcano}$$

$$C_{17}H_{36} \quad n = 17; \text{ entonces, } 2n + 2 = 2 \cdot 17 + 2 = 36 \rightarrow \text{Alcano}$$

$$C_9H_{18} \quad n = 9; \text{ entonces, } 2n = 2 \cdot 9 = 18 \rightarrow \text{Alqueno}$$

$$C_3H_6 \quad n = 3; \text{ entonces, } 2n = 2 \cdot 3 = 6 \rightarrow \text{Alqueno}$$

$$C_{13}H_{24} \quad n = 13; \text{ entonces, } 2n - 2 = 2 \cdot 13 - 2 = 24 \rightarrow \text{Alquino}$$

$$C_7H_{16} \quad n = 7; \text{ entonces, } 2n + 2 = 2 \cdot 7 + 2 = 16 \rightarrow \text{Alcano}$$

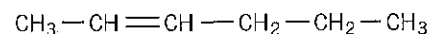
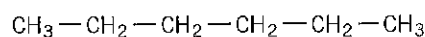
$$C_2H_2 \quad n = 2; \text{ entonces, } 2n - 2 = 2 \cdot 2 - 2 = 2 \rightarrow \text{Alquino}$$

15. Respuesta sugerida:

Un hidrocarburo saturado es un compuesto orgánico formado únicamente por átomos de carbono e hidrógeno, donde todos los átomos de carbono están enlazados por enlaces sencillos.

Por otro lado, un hidrocarburo insaturado es aquel compuesto orgánico constituido solamente por átomos de carbono e hidrógeno, donde un enlace entre dos átomos de carbono, como mínimo, es doble o triple.

Un ejemplo de un hidrocarburo saturado es el pentano (arriba); un ejemplo de hidrocarburo insaturado es el pent-2-eno (abajo):



16. Respuesta sugerida:

Cuanto mayor es la cadena que forma un hidrocarburo, mayor es su punto de fusión. De ahí que, a partir de diecisiete átomos de carbono, los hidrocarburos se presenten en estado sólido a temperatura ambiente y se empleen como combustible sólido, por ejemplo en velas y en otros usos como el alquitrán. Antiguamente, las velas se usaban para iluminar, pero también se empleaba el queroseno, líquido a temperatura ambiente y compuesto por una mezcla de hidrocarburos entre nueve y dieciséis átomos de carbono.

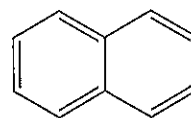
El propano y el butano son empleados como combustibles para cocinar. También se utilizan en las estufas que funcionan con gas y en calderas para calefacción.

Otro ejemplo es el acetileno, que fue muy usado en la iluminación, tanto doméstica como urbana, así como en los faros de automóviles de principios del siglo xx y por parte de mineros y espeleólogos (estos últimos hasta la segunda mitad del siglo xx). Hoy en día es muy empleado en soldadura.

Existen otros hidrocarburos que no se utilizan para calentar, cocinar o iluminar, como por ejemplo la gasolina, una mezcla de hidrocarburos que contienen desde cuatro hasta once átomos de carbono y que se emplea como combustible de automóviles.

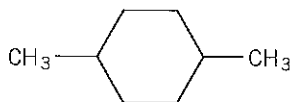
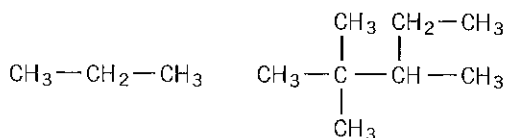
17. La naftalina es el nombre comercial del naftaleno. Esta molécula consiste en dos ciclos bencílicos fusionados. Se puede catalogar como un hidrocarburo de cadena cerrada y, dentro de este tipo, como un hidrocarburo aromático.

Su nombre, según la IUPAC, es naftaleno; su fórmula es la siguiente:



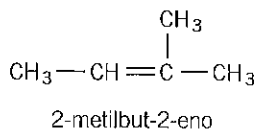
18. Clasificamos estos hidrocarburos en saturados o insaturados:

— Hidrocarburos saturados:



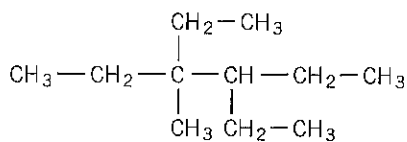
Propano, 2,2,3-trimetilpentano y 1,4-dimetilciclohexano

— Hidrocarburos insaturados:

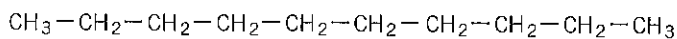


19. Nombramos o formulamos los alcanos propuestos.

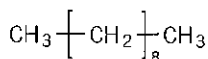
3,4-dietil-3-metilhexano



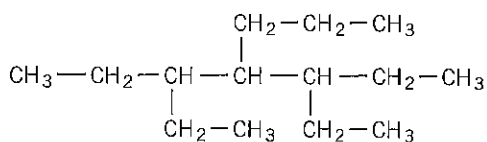
Decano



O también:



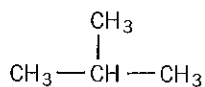
3,5-dietil-4-propilheptano



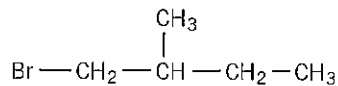
Metano

CH<sub>4</sub>

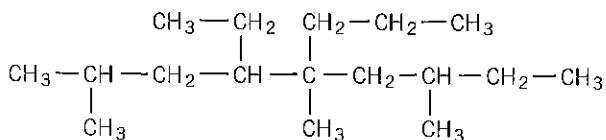
Metilpropano



1-bromo-2-metilbutano

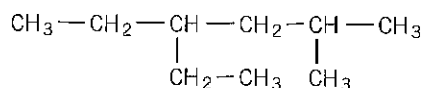


4-etil-2,5,7-trimetil-5-propilnonano

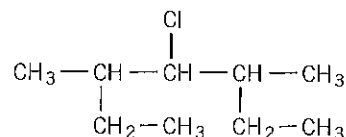


Cloroformo

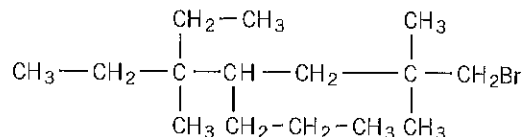
CHCl<sub>3</sub>



4-cloro-3,5-dimetilheptano



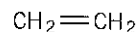
3-cloro-2,4-dietil-pentano



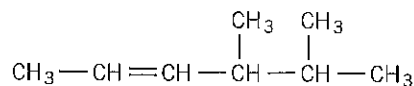
1-bromo-5-etil-2,2,5-trimetil-4-propilheptano

20. Nombramos o formulamos, según el caso, los alquenos y alquinos propuestos.

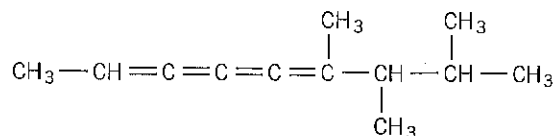
Eteno



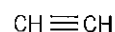
4,5-dimetilhex-2-eno



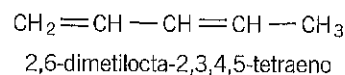
6,7,8-trimetilnona-2,3,4,5-tetraeno



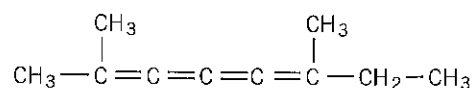
Acetileno



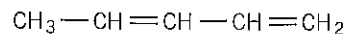
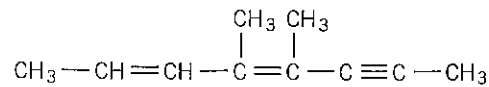
Penta-1,3-dieno



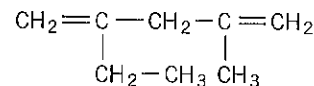
2,6-dimetilocta-2,3,4,5-tetraeno



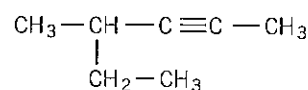
4,5-dimetilocta-2,4-dien-6-ino



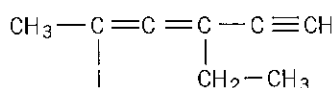
Penta-1,3-dieno



2-metil-4-metilidenhex-1-eno



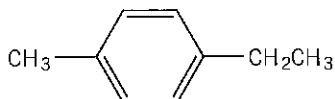
4-metilhex-2-ino



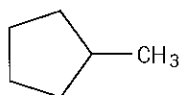
3-etil-5-yodohexa-3,4-dien-1-ino

21. Formulamos los hidrocarburos de cadena cerrada que se proponen.

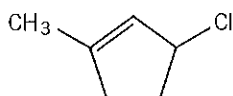
*p*-etilmetilbenceno



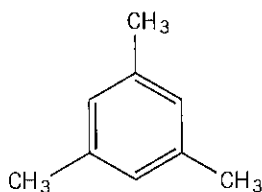
Metilciclopropano



3-cloro-1-metilciclopent-1-eno



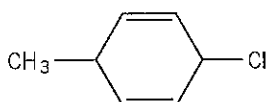
1,3,5-trimetilbenceno



Ciclobuteno



3-cloro-6-metilciclohexa-1,4-dieno

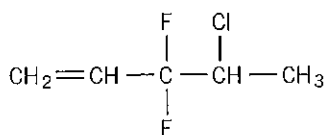


22. a) Falsa. Un hidrocarburo está formado por átomos de carbono e hidrógeno, pero no por átomos de oxígeno. Si una molécula orgánica contiene átomos de oxígeno, entonces ya no hablamos de hidrocarburo, sino de compuesto orgánico oxigenado.

b) Verdadera. El benceno es una molécula plana que contiene seis átomos de carbono enlazados entre sí mediante tres enlaces dobles alternos.

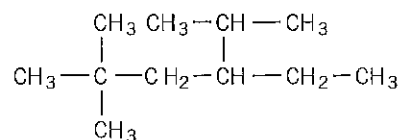
c) Falsa. Entre dos átomos de carbono solo puede haber un máximo de tres emparejamientos de electrones.

d) Falsa. La molécula 4-cloro-3,3-difluoropent-1-eno es una molécula insaturada. Tal y como se muestra a continuación, contiene un doble enlace entre los átomos de carbono 1 y 2:

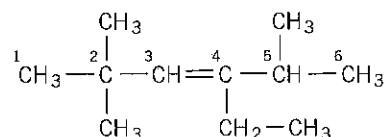


23. Justificamos, en cada caso, por qué el nombre del compuesto es erróneo.

— 2,2-dimetil-4-(propan-2-il)hexano corresponde con:

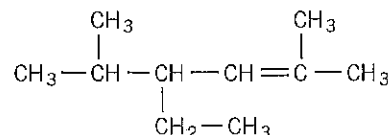


Esta molécula está mal nombrada, ya que no se ha escogido correctamente la cadena principal. La cadena principal no es la más sustituida de las alternativas con seis átomos de carbono. Si asignamos localizadores a los átomos de carbono de la cadena principal correcta, tenemos:

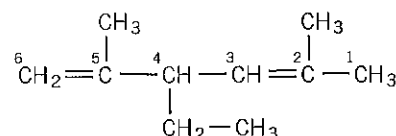


El nombre correcto del compuesto es 4-etil-2,2,5-trimetilhexano.

— 3-etil-2,5-dimetilhex-4-eno corresponde con la siguiente molécula:

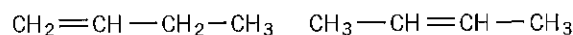


El nombre de esta molécula es incorrecto porque, a la hora de numerar o asignar localizadores a un alqueno con un único enlace doble, se le debe asignar el menor localizador a la insaturación, tal y como se muestra a continuación:



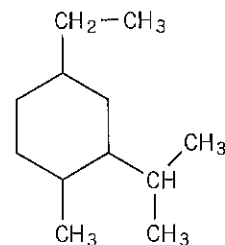
Así pues, el nombre correcto es 4-etil-2,5-dimetilhex-2-eno.

— Buteno equivale a dos compuestos orgánicos (isómeros), según se aprecia abajo:

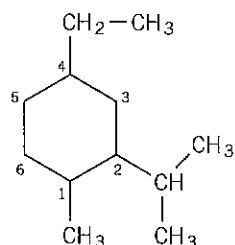


Por tanto, se debe especificar si se trata del but-1-eno o del but-2-eno.

— 1-etil-4-metil-3-(propan-2-il)ciclohexano corresponde con la siguiente molécula:

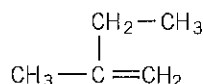


En esta molécula están mal asignados los localizadores, puesto que los localizadores 1, 4 y 3 no son los más pequeños. Asignamos los localizadores correctos a la molécula, según se indica, y la nombramos:

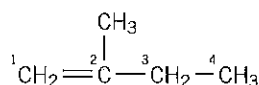


Tenemos 4-etil-1-metil-2-(propan-2-il)ciclohexano.

- 2-etilpropeno corresponde con esta molécula:

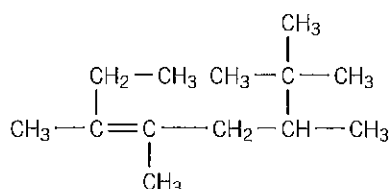


Como se puede apreciar, no se ha escogido correctamente la cadena principal. Si elegimos la cadena principal correcta, tenemos:

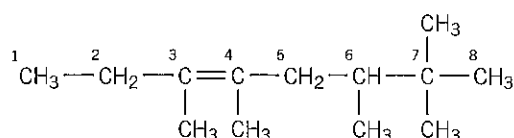


El nombre de la molécula es 2-metilbut-1-eno.

- 2-etil-5-*terc*-butil-3-metilhex-2-eno corresponde con la molécula siguiente:

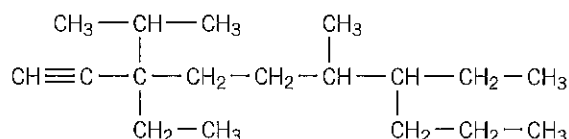


La cadena principal no ha sido escogida correctamente. Si la elegimos de forma correcta, tal y como se muestra a continuación, tenemos:

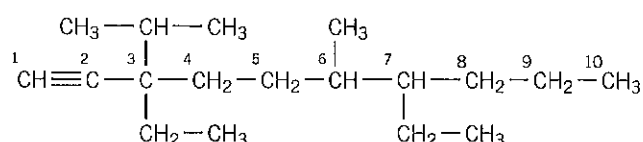


El nombre de la molécula es 3,4,6,7,7-pentametiloct-3-eno.

- 3-etil-6-metil-3-(propan-2-il)-7-propilnon-1-ino corresponde con la molécula que se muestra:



Como se puede observar, no se ha escogido correctamente la cadena principal. Escogemos la cadena principal correcta, según se indica a continuación:

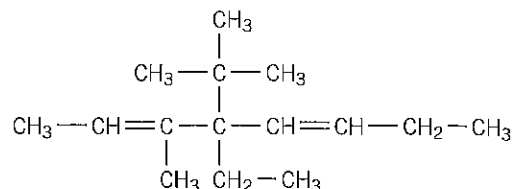


El nombre de la molécula es 3,7-dietil-6-metil-3-(propan-2-il)dec-1-ino.

24. Datos:  $m$  (compuesto) = 2,00 g;  $p$  = 1 atm;  $T$  = 25 °C.

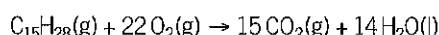
Incógnitas:  $V(\text{CO}_2)$ ;  $m(\text{H}_2\text{O})$ .

- En primer lugar, escribimos la fórmula semidesarrollada de 4-etil-4-*terc*-butil-3-metilocta-2,5-dieno:



- Deducimos la fórmula molecular a partir de la fórmula anterior:  $\text{C}_{15}\text{H}_{28}$ .

- Escribimos la ecuación química de combustión ajustada:



- Calculamos la cantidad de sustancia de  $\text{CO}_2$  obtenida:

$$M_r(\text{C}_{15}\text{H}_{28}): 15 \cdot 12,01 + 28 \cdot 1,01 = 208,43;$$

$$M(\text{C}_{15}\text{H}_{28}): 208,43 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n(\text{CO}_2) = 2,00 \text{ g C}_{15}\text{H}_{28} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_{15}\text{H}_{28}}{208,43 \text{ g C}_{15}\text{H}_{28}} \cdot \frac{15 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_{15}\text{H}_{28}}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,144 \text{ mol CO}_2$$

- Mediante la ecuación de estado de los gases ideales, determinamos el volumen que ocupa el  $\text{CO}_2$  obtenido:

$$p = 1 \text{ atm} \cdot \frac{10^5 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} = 10^5 \text{ Pa}; T = (25 + 273)\text{K} = 298 \text{ K}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T; V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p};$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{0,144 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa}}$$

$$V(\text{CO}_2) = 3,57 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

En la reacción se producen  $3,57 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  de  $\text{CO}_2$ .

- Calculamos la masa de agua que se obtiene de la masa de  $\text{C}_{15}\text{H}_{28}$  de partida:

$$M_r(\text{H}_2\text{O}): 2 \cdot 1,01 + 1 \cdot 16,00 = 18,02;$$

$$M(\text{H}_2\text{O}): 18,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2,00 \text{ g C}_{15}\text{H}_{28} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_{15}\text{H}_{28}}{208,43 \text{ g C}_{15}\text{H}_{28}}$$

$$\cdot \frac{14 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol C}_{15}\text{H}_{28}} \cdot \frac{18,01 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 2,42 \text{ g H}_2\text{O}$$

En la reacción se producen 2,42 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .

25. Datos: % en masa (C) = 37,83 %; % en masa (H) = 6,35 %; % en masa (Cl) = 55,83 %;  $M$  (compuesto) = 127,013  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- Calculamos las cantidades de sustancia de C, H y Cl en el compuesto, tomando como base de cálculo 100 g de compuesto:



$$n(\text{C}) = 37,83 \text{ gC} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \text{ gC}} = 3,150 \text{ mol C}$$

$$n(\text{H}) = 6,35 \text{ gH} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,01 \text{ gH}} = 6,29 \text{ mol H}$$

$$n(\text{Cl}) = 55,83 \text{ gCl} \cdot \frac{1 \text{ mol Cl}}{35,45 \text{ gCl}} = 1,575 \text{ mol Cl}$$

— Deducimos la fórmula empírica de la sustancia:

$$\frac{n(\text{C})}{n(\text{Cl})} = \frac{3,150 \text{ mol C}}{1,575 \text{ mol Cl}} = \frac{2 \text{ mol C}}{1 \text{ mol Cl}}$$

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{Cl})} = \frac{6,29 \text{ mol H}}{1,575 \text{ mol Cl}} = \frac{4 \text{ mol H}}{1 \text{ mol Cl}}$$

Por tanto, la fórmula empírica del compuesto es  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}$ .

— Determinamos la fórmula molecular:

$$M_r(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}): 2 \cdot 12,01 + 4 \cdot 1,01 + 1 \cdot 35,45 = 63,51;$$

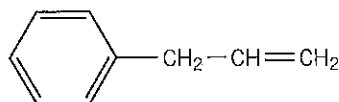
$$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}): 63,51 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{M(\text{compuesto})}{M(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl})} = \frac{127,013 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{63,51 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 2$$

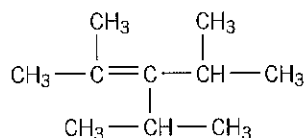
Por tanto, la fórmula molecular del compuesto es  $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ .

26. Nombramos y formulamos los hidrocarburos propuestos.

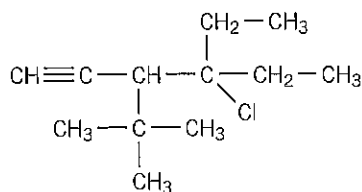
(prop-2-en-1-il)benceno



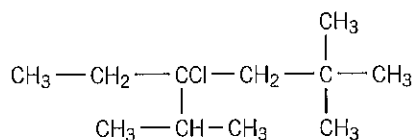
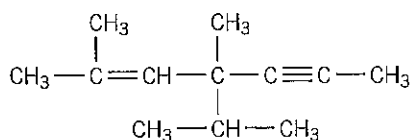
2,4-dimetil-3-(propan-2-il)pent-2-eno



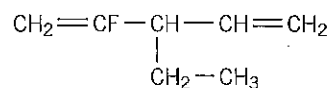
3-terc-butil-4-cloro-4-etilhex-1-ino



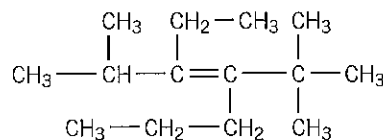
2,4-dimetil-4-(propan-2-il)hept-2-en-5-ino



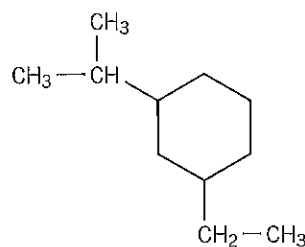
4-cloro-2,2-dimetil-4-(propan-2-il)hexano



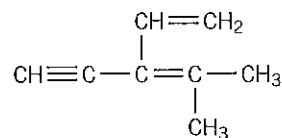
3-etil-2-fluoropenta-1,4-dieno



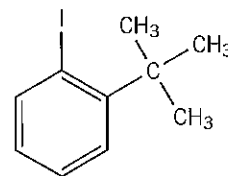
4-terc-butil-3-etil-2-metilhept-3-eno



1-etil-3-(propan-2-il)ciclohexano



3-etil-4-metilpent-1,3-dieno



1-terc-butil-2-yodobenceno

27. Respuesta sugerida:

El benceno es un hidrocarburo aromático que se halla constituido por seis átomos de carbono, enlazados entre sí mediante tres enlaces dobles alternados, y seis átomos de hidrógeno. Este compuesto se obtiene a través de la destilación fraccionada del petróleo.

A mediados del siglo XIX se conocía la composición del benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), pero no la disposición de sus átomos en el espacio. Cuentan que un día, mientras dormía, Friedrich August Kekulé soñó con serpientes, una de las cuales se mordía la cola formando un círculo. Y así fue como encontró la solución al problema de la estructura del benceno (en forma de anillo) que tanto tiempo le había preocupado.

Entre 1857 y 1858 Friedrich August Kekulé desarrolló una teoría sobre la estructura química orgánica, basada en dos fundamentos: la tetravalencia del carbono (como los átomos de carbono tienen cuatro electrones en su última capa, pueden formar cuatro emparejamientos electrónicos con otros átomos) y la capacidad de sus átomos de formar enlaces entre sí.

El benceno es un líquido incoloro de olor dulce. Su temperatura de fusión es de  $5^\circ\text{C}$  y la de ebullición, de  $80^\circ\text{C}$ . Se trata

de un compuesto altamente inflamable que se utiliza para aumentar el octanaje de la gasolina, pues tiene un calor de combustión elevado. También se emplea como disolvente orgánico en la fabricación de explosivos, detergentes, productos farmacéuticos, etc.

### 28. Respuesta sugerida:

El triángulo que figura debajo de las botellas de plástico es el símbolo internacional del reciclaje. Se trata de una alegoría del anillo de Möbius (o Moebius).

En el interior del triángulo encontramos un número del uno al siete, y debajo de este unas siglas, y todo ello nos indica el tipo de plástico de que se trata.

Por ejemplo, el número 3 corresponde al conocido PVC (cloruro de polivinilo); el 5, al PP (polipropileno). Cuanto más bajo sea el número que aparece en el triángulo de una botella, más fácil será el reciclado de esta.

Estos códigos facilitan la separación de los diferentes plásticos, según su composición química, para los procesos de reciclaje.

Sugerimos consultar los siguientes enlaces:

<http://25-horas.com/logo-del-reciclaje/>

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2008/08/04/179032.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2008/08/04/179032.php)

### 29. Respuesta sugerida:

Para llevar a cabo el trabajo de investigación propuesto, nos organizamos en grupos.

a) William Wallace Carothers, que dirigía un programa de investigación en química orgánica en la empresa DuPont, estudió las propiedades de la seda natural y, consecuentemente, intentó sintetizarla. Sintetizó este compuesto mediante la condensación de una diamina con un diácido.

Aunque efectuó su descubrimiento el día 28 de febrero de 1935, no lo patentó hasta el 20 de septiembre de 1938. Después de la muerte de Carothers, la empresa DuPont conservó la patente.

Proponemos consultar estos enlaces sobre la historia y el descubrimiento del nailon:

[http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/nylon/Nylon\\_file/page0001.htm](http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/nylon/Nylon_file/page0001.htm)

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_XEWrlZOGdU](https://www.youtube.com/watch?v=_XEWrlZOGdU)

Actualmente la síntesis del nailon 6,6 se consigue a través de la policondensación entre el ácido adípico, un diácido, y la hexametildiamina, hexano-1,6-diamina según las Recomendaciones IUPAC, una diamina.

En el siguiente enlace se puede estudiar todo el proceso de obtención del nailon industrialmente:

<http://www.textoscientificos.com/polimeros/nylon/producción>

b) El nailon tiene muchas aplicaciones en nuestro entorno. Lo encontramos en las medias, hilos para pescar, redes, paracaídas, cremalleras, tornillos, etc. También se usa en piezas de engranajes, ya que se caracteriza por una gran resistencia, dureza y tenacidad.

Aparte del nailon, a diario nos encontramos con un inmenso número de objetos formados por polímeros orgánicos sintéticos, como, por ejemplo, caucho o neopreno. Pero también existen otros menos conocidos como el tergal, que se utiliza para confeccionar ropa; el *Dorlastan*, que se usa para fabricar ropa de baño, etc.

## 3 FORMAS ALOTRÓPICAS DEL CARBONO

Pág. 180

30. El diamante y el grafito son dos de las formas alotrópicas del carbono. Ambas se diferencian en la estructura que constituyen los átomos de carbono en el espacio:

— En el diamante, los átomos de carbono se unen tetraédricamente para formar un retículo cristalino de dimensiones infinitas. Esto explica su elevada dureza (se trata del material más duro que existe en la naturaleza), su baja reactividad y su nula conductividad eléctrica.

— En el grafito, los átomos se agrupan en ciclos de seis átomos de carbono unidos entre ellos, pero en dos direcciones. Es decir, la disposición del grafito es plana. Así, el grafito es un sólido con redes en forma de capa. En virtud de esta estructura, el grafito es conductor de la electricidad y del calor, carece de la dureza del diamante y se exfolia fácilmente.

a) Dado que el grafito forma hojas superpuestas, como colmenas, tiene enlaces en planos diferentes, que son más débiles y permiten el movimiento de electrones entre los planos. Esta característica explica que el grafito sea conductor de la electricidad.

Por otro lado, la gran fortaleza de los enlaces en la estructura del diamante permite justificar su elevada dureza.

b) El grafito se utiliza para elaborar la mina de los lápices, para la fabricación de pistones, juntas, etc. Se emplea también como lubricante sólido por su elevada capacidad de exfoliación.

El diamante, dada su dureza, se utiliza para perforar pozos de petróleo, para cortar piedras y gemas, para pulir, en joyería, en la industria del mármol, etc.

### 31. Respuesta sugerida:

Otros elementos conocidos que presentan formas alotrópicas, aparte del carbono, son el oxígeno, el fósforo y el azufre.

— Las formas alotrópicas del oxígeno son el oxígeno molecular ( $O_2$ ) y el ozono ( $O_3$ ). Mientras el oxígeno lo necesitamos para vivir, el ozono se utiliza como desinfectante de aguas, en la depuración de aguas residuales, en tratamientos de olores, etc. Cabe mencionar que el ozono está presente en la denominada *capa de ozono* de la estratosfera, capa esencial para la vida en el planeta, pues absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta de alta frecuencia que llega a la Tierra.

— Se conocen dos variedades del fósforo, el fósforo rojo ( $P_4$ ) y el fósforo blanco ( $P_4$ ). El fósforo blanco se dispone formando una estructura tetraédrica en el espacio. Se trata de una sustancia sólida translúcida, que se convierte en amarilla cuando se expone a la luz. Por esta razón, también es llamado *fósforo amarillo*. Brilla de manera verdosa en la oscuridad, es altamente inflamable y tóxico. Por su parte, el fósforo rojo forma una red amorfa. Es de color rojizo y no es tóxico.

Respecto a sus aplicaciones, el fósforo blanco ha tenido un amplio uso militar y se emplea en la actualidad como agente para pantallas de humo. En cuanto al fósforo rojo, cabe decir que se utiliza en cerillas, como agente reductor en algunas reacciones químicas y como compuesto de partida para la síntesis de tricloruro de fósforo, pentacloruro de fósforo o fosfinas.

- El azufre muestra la más alta variedad de alotropía, destacando dos formas alotrópicas que contienen ocho átomos de azufre (S<sub>8</sub>): el azufre rómbico o alfa y el azufre monoclinico o beta. El azufre rómbico se presenta en forma de cristales amarillos y transparentes, y el azufre monoclinico como agujas finas y opacas. Este último es menos estable que el rómbico.

El azufre se emplea principalmente en la obtención de dióxido de azufre, pero también se usa para la fabricación de fungicidas, insecticidas, pólvora y productos farmacéuticos.

**32. Respuesta sugerida:**

Cada grupo debe describir en una presentación en formato digital los métodos de obtención de los nanotubos, sus ventajas y desventajas, así como las aplicaciones futuras de estas estructuras.

Proponemos consultar el siguiente enlace:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanotubo>

- Entre todos los métodos para la obtención de nanotubos, los más utilizados son estos: cámara de descarga de arco eléctrico, CVD y ablación láser.

- La cámara de descarga de arco eléctrico consiste en dos electrodos de grafito conectados a una fuente de alimentación y separados un milímetro. Los electrodos están sumergidos en una atmósfera de helio o argón a baja presión. Al hacer circular una corriente eléctrica, salta una chispa y se forma un plasma. El carbono del cátodo se evapora y se deposita en el ánodo en forma de nanotubo. Estos suelen ser cortos y se depositan en forma y tamaño aleatorios.

- El método CVD consiste en la deposición de carbono procedente de la descomposición de un hidrocarburo, como el metano, sobre un sustrato con una capa de partículas de un metal catalítico a altas temperaturas (700 °C). Los nanotubos formados suelen tener pared múltiple y bastantes defectos.

- La última técnica, ablación láser, consiste en el bombardeo de una barra de grafito con pulsos intensos de haz láser en un reactor a alta temperatura y en presencia de un gas inerte. De esta manera, se genera gas caliente de carbono, que se condensa en forma de nanotubo en las paredes del reactor. Los nanotubos resultantes son de pared única. La desventaja de esta técnica es el elevado coste, mientras que las dos anteriores son sencillas y económicas.

- Los nanotubos son ampliamente usados en la electrónica, pues proporcionan mejoras mecánicas, eléctricas, electrónicas y térmicas respecto a los productos ya existentes.

Algunas de las futuras aplicaciones de los nanotubos seguirán siendo en el ámbito de la electrónica, pero también, por ejemplo, en el ámbito del medio ambiente, debido a su capacidad de adsorción.

**4 INDUSTRIA QUÍMICA**

**33.** Los compuestos del carbono podemos encontrarlos en los tres estados de la materia: gaseoso, líquido y sólido. En forma de gas hallamos, entre otros, el metano, el etano, el propano y el butano; en forma líquida, por ejemplo, el pentano, el hexano, etc., y, en forma sólida, las parafinas y los hidrocarburos formados por más de diecisiete átomos de carbono.

**34.** Indicamos, de temperatura más elevada a temperatura menos elevada, los compuestos que se extraen del petróleo: residuos del petróleo, gasoil, queroseno, nafta, decano y metano.

a) Residuos del petróleo. Se emplean en la fabricación del asfalto, lubricantes, cremas, etc.

Gasoil. Se utiliza como combustible y fuente de alimentación de motores diésel; también para obtener hidrocarburos de cadenas más cortas.

Queroseno. Se usa como combustible para aviación, calefacción, etc.

Nafta. Se usa como carburante para automóviles.

Decano. Es un componente de la gasolina.

Metano. Se utiliza como materia prima para la obtención de otros productos químicos; como fuente de energía para calefacción; es el componente mayoritario del gas natural, etc.

b) Debemos elaborar un mapa conceptual que contenga la información anterior. Para ello, partiendo del petróleo como idea principal, iremos relacionando cada fracción del petróleo con sus respectivas aplicaciones, por medio de cajas de texto y conectores.

**35.** El gas natural debe estar en la proporción adecuada con el oxígeno (componente del aire) para que la combustión de los hidrocarburos que contiene el gas natural sea completa. De esta manera, los productos resultantes de la combustión completa serán dióxido de carbono y agua, además de proporcionar energía mediante calor.

- En el caso de que hubiese un aumento del gas natural en las mismas condiciones, es decir, la misma cantidad de oxígeno, la combustión del gas no sería completa, sino incompleta. Como resultado de la combustión incompleta se obtendrían monóxido de carbono y agua.

El monóxido de carbono es un gas que tiene una afinidad por la hemoglobina de la sangre. Así pues, la consecuencia sería una intoxicación que podría incluso llegar a ocasionar la muerte.

**36.** Precisamente porque el gas natural es un gas inodoro e incoloro, se le añade un aditivo, el metilmercaptano, que le otorga un olor característico que asociamos al gas natural.

Así, en el caso de una fuga de gas, seremos capaces de detectarla.

**37.** El carbón vegetal es fácil de obtener, tiene un poder calorífico elevado y no produce llama, ya que en el proceso de carbonización se han eliminado los componentes que la ocasionan. En cambio, otros tipos de combustible generan llama, lo que daría lugar a que se quemase la comida que se desea cocinar.

Existen otras clases de carbón que no producen llama, como el carbón mineral. Sin embargo, es contraproducente su uso en la cocina, ya que contiene componentes que durante la combustión producirían sustancias nocivas que contaminarían la comida, lo que podría tener consecuencias perniciosas para la salud de quien la consumiera.

38. La propulsión de los cohetes espaciales la produce un motor químico y se fundamenta en una reacción química exotérmica que genera gran cantidad de gases a elevada temperatura. Cuando estos salen por una tobera especial, tobera de Laval, producen el empuje necesario para impulsar el cohete.

Estos son algunos de los reactivos empleados: hidrógeno líquido / oxígeno líquido, queroseno / oxígeno líquido y tetraóxido de dinitrógeno / hidracina. Por eso, es imprescindible que los cohetes se hallen equipados con dos depósitos independientes para almacenar separadamente cada una de las sustancias.

En el caso de un automóvil también se emplea como fuente de energía una reacción exotérmica que produce gases a elevada temperatura. Pero, además de que la propulsión se genera mediante un procedimiento diferente, solamente es necesario un depósito para el combustible, gasolina o gasoil, ya que el comburente es el oxígeno atmosférico del aire, que entra desde el exterior sin necesidad de almacenarlo.

39. Respuesta sugerida:

En los siguientes enlaces podemos ver cómo se obtiene el petróleo, su proceso de refinamiento y sus derivados:

<http://elpetroleo.aop.es/Default.aspx?Page=6.%20Refino%20y%20obtenici%C3%B3n%20de%20productos&AspxAutoDetectCookieSupport=1>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Petr%C3%B3leo>

<https://sites.google.com/site/loshidrocarburos/3-el-petroleo-y-sus-aplicaciones>

Tras recabar la información, elaboraremos por grupos una presentación en PowerPoint.

## 5 AHORRO ENERGÉTICO

Pág. 180

40. Existen diversos países que producen bioetanol, como Estados Unidos, Brasil o España.

El bioetanol es una fuente de energía alternativa, no de origen fósil. Para su fabricación se utilizan plantas como el maíz o la caña de azúcar, principalmente.

Su combustión es más respetuosa con el medio ambiente que la de los recursos fósiles, puesto que reduce la emisión de gases de efecto invernadero al absorberse dióxido de carbono en el crecimiento de las plantas de las que se obtiene. A su vez, es fácil de producir y almacenar, y es aplicable como combustible de vehículos.

Sin embargo, existe una problemática asociada al uso de bioetanol como combustible, sobre todo si este procede de plantas de las que podemos obtener alimentos (como es el caso del maíz o la caña de azúcar). La producción de bioetanol a partir de estas fuentes encarece el precio de los alimentos, lo que se traduce en pobreza. Por tanto, el bioetanol debería generarse a partir de subproductos o residuos a los

que les encontramos así un valor añadido. Es el caso del bioetanol originado a partir de residuos vegetales y agroalimentarios. La desventaja que tienen estos procesos es que su rendimiento se ve disminuido.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que se deben efectuar cambios en los motores y conducciones de los automóviles para poder emplear el bioetanol directamente como combustible.

Sugerimos consultar los siguientes enlaces a fin de ampliar la información sobre este tema:

[http://www.fgcsic.es/lychnos/es\\_es/articulos/produccion\\_de\\_nuevos\\_biocombustibles\\_para\\_automocion](http://www.fgcsic.es/lychnos/es_es/articulos/produccion_de_nuevos_biocombustibles_para_automocion)

<http://www.bioetanoldecana.org/es/download/cap2.pdf>

41. Respuesta sugerida:

Debemos elaborar un informe sobre las energías renovables, analizando las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Primero llevaremos a cabo, por grupos, un trabajo de investigación en Internet; finalmente, organizaremos las ideas en un informe.

Proponemos los siguientes enlaces web para consultar:

<http://www.appa.es/O1energias/O8tiposfuentes.php>

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2012/08/27/212394.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2012/08/27/212394.php)

Uno de los objetivos de la utilización o implementación de las energías renovables es la reducción de emisiones al medio ambiente que son contaminantes y agravan el efecto invernadero.

Encontramos diversos tipos de energías renovables, entre los que destacamos estos: energía eólica, energía hidráulica, energía geotérmica, energía solar y biomasa.

— Una instalación eólica está constituida por un molino con diversas aspas sujeto a un mástil. Al girar las aspas por la acción del viento, se pone en marcha un generador eléctrico.

La ventaja de este tipo de energía es que apenas contamina. Entre las desventajas, destaca que, para que la energía eólica sea eficiente, se ha de construir la instalación en lugares aislados elevados; además, existe una incertidumbre asociada a la intermitencia de este recurso. Por último, las instalaciones eólicas crean impacto visual.

— Para la ubicación de una instalación hidráulica se ha de valorar el caudal del agua y el desnivel que se puede alcanzar. En caso de tener un pequeño desnivel, habrá que construir un embalse para aumentarlo, mientras que un desnivel muy elevado requiere construir grandes canalizaciones. En ambos casos, las conducciones sirven para llevar la corriente de agua, siempre con la máxima energía potencial, hasta un sistema captador para su máxima eficiencia.

Las ventajas de este tipo de energía son que no contamina, no genera residuos y tiene un elevado rendimiento. Pero, por otro lado, algunas desventajas son que las instalaciones hidráulicas poseen un elevado coste de construcción y ubicación; son largos los períodos de construcción y se gene-

ran impactos sobre los ecosistemas. Otro impacto digno de mención es el social, ya que es necesaria la reubicación de los habitantes de las poblaciones afectadas, como ha sucedido en muchos embalses de nuestro país, o a gran escala en la presa de las Tres Gargantas en China.

- La energía geotérmica consiste en aprovechar la energía térmica obtenida de la descomposición espontánea y natural de los isótopos radiactivos que existen en todas las rocas naturales. La conducción del calor se suele transmitir a través de los materiales del subsuelo, pero son pésimos para conducir la energía térmica y, consecuentemente, se almacenan de manera natural en el interior de la Tierra.

Existen zonas donde el gradiente de temperatura desde la zona donde se genera este tipo de energía al exterior es más elevado, por lo que es en estos lugares donde se tiene que emplazar una central geotérmica. Pero, además, estos sitios han de tener una estructura geológica porosa para poder almacenar el agua, ya que el agua recogerá la energía y la transportará hasta la superficie.

Otra forma de aprovechar las características del terreno es la energía geotérmica de baja temperatura, que se basa en otro principio, y es que a 20 m de profundidad, aproximadamente, el suelo se mantiene a una temperatura estable, en torno a 17 °C, durante todo el año.

Por lo general, la energía geotérmica presenta más bien inconvenientes que ventajas en la actualidad, ya que existe una dificultad tecnológica importante en la explotación de dicho recurso, y requiere de una cercanía entre consumidor y yacimiento.

- Existen dos tipos de energía solar: la fotovoltaica y la térmica. La energía fotovoltaica se encarga de transformar la radiación solar en energía eléctrica a partir de células solares, mientras que la energía térmica utiliza la capacidad directa de calentamiento de la radiación solar a través de colectores solares.

Ambas energías permiten dotar de electricidad a núcleos aislados y tienen bajos costes de mantenimiento. Pero, como solo se genera energía en presencia de radiación solar, actualmente es inviable su aplicación a gran escala y aún se encuentran en fases de mejora para aumentar el rendimiento y reducir costes.

- Por último, destacamos la energía obtenida a partir de la biomasa. Para producir esta energía, se utilizan como materias primas residuos de actividades agrícolas y forestales o subproductos de la transformación de la madera.

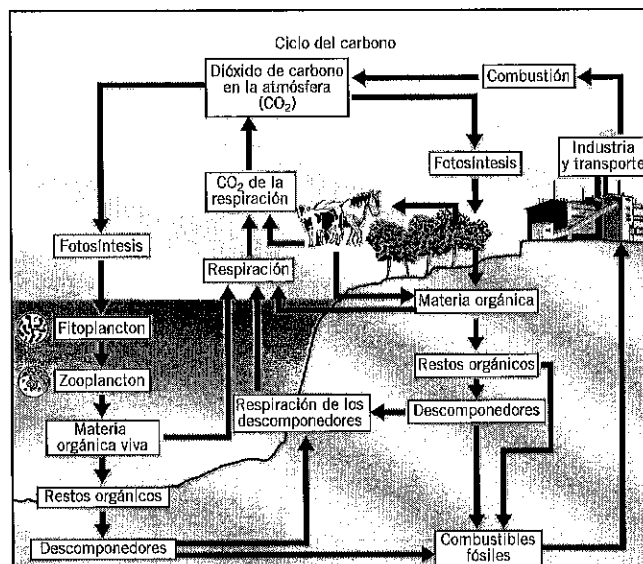
Existen distintas modalidades de producción. Una de ellas es la digestión anaerobia para producir biogás, que puede ser empleado después en la obtención de energía eléctrica. Otra opción consiste en realizar una fermentación alcohólica a partir de microorganismos, para finalmente obtener bioetanol, que puede emplearse como combustible de vehículos.

Las ventajas de este tipo de procesos son que se reduce la dependencia del petróleo y se le atribuye un valor añadido a residuos y subproductos; a su vez, genera empleo en áreas rurales. Pero también presenta desventajas, principalmente el bajo rendimiento de este tipo de instalaciones, así como los grandes espacios de almacenamiento necesarios.

## SÍNTESIS

### 42. Respuesta sugerida:

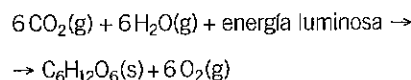
- a) El ciclo del carbono es fundamental para la vida en el planeta, ya que de él depende la producción de materia orgánica. El carbono es el elemento básico de las moléculas orgánicas que forman parte de los seres vivos.



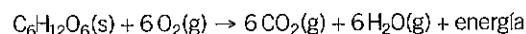
Como podemos observar en el esquema anterior, por medio de la fotosíntesis, las plantas absorben la energía solar y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera, produciendo oxígeno (O<sub>2</sub>) e hidratos de carbono (azúcares como la glucosa, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), que sirven de base para el crecimiento de las plantas. Los animales y las plantas utilizan los carbohidratos en el proceso de respiración, emitiendo CO<sub>2</sub> y vapor de agua (H<sub>2</sub>O). Acto seguido, tras la descomposición orgánica (forma de respiración de las bacterias y hongos), el proceso de respiración celular, junto con los procesos de combustión, devuelven a la atmósfera el carbono, biológicamente fijado en los reservorios terrestres.

Las ecuaciones químicas que rigen estos dos procesos son:

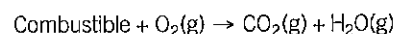
- Fotosíntesis:



- Respiración celular:



- Procesos de combustión:



- b) No. En el ciclo del carbono todos los compuestos deberían estar en equilibrio, pero la actividad humana está alterando este ciclo. Los procesos de combustión de recursos fósiles hacen que la producción de dióxido de carbono sea tan elevada que la captación de dicho gas por las plantas resulta insuficiente. De esta forma, existe una mayor concentración en el aire de dióxido de carbono de la que debería existir de forma natural.

- c) El efecto invernadero reduce la pérdida de energía del planeta al espacio exterior, y es un fenómeno importante que facilita la vida en la Tierra, ya que evita amplitudes térmicas demasiado grandes y mantiene la temperatura media del planeta.

Al aumentar la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera, como consecuencia de la combustión de combustibles fósiles, por ejemplo, el efecto invernadero se acentúa y aumenta la temperatura media del planeta, poniendo en peligro muchos ecosistemas. Estos gases son dióxido de carbono (principalmente), metano, óxidos de nitrógeno, vapor de agua, ozono y los clorofluorocarbonos (CFC), los cuales impiden que el planeta emita radiación infrarroja al espacio exterior. En consecuencia, al haber menos pérdidas de energía, la energía total aumenta, por lo que la temperatura general también se incrementa.

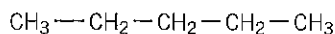
- d) Se organizará un debate en clase, por grupos, en el que se propondrán medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

### Evaluación (Pág. 182)

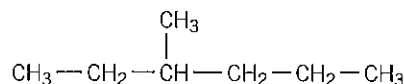
- La opción correcta es la c).
- Falsa. Si un compuesto tiene enlaces dobles y triples, se numera con los localizadores más bajos posibles, independientemente del tipo de insaturación. Y, en caso de series de localizadores iguales, prevalece el enlace doble frente al enlace triple.
  - Falsa. La cadena principal es la de mayor número de átomos de carbono, que contiene la función principal; no interviene la cantidad de insaturaciones, a menos que haya más de una alternativa con la misma cantidad de átomos de carbono.
  - Falsa. Los hidrocarburos no suelen ser buenos conductores de la electricidad. Pero sí es cierto que son fácilmente inflamables.
  - Verdadera. Es el primer material en la escala de Mohs.
  - Falsa. El biodiésel es una fuente de energía renovable, ya que proviene de aceites vegetales o grasas animales. No procede del petróleo.

### 3. Formulamos los alcanos propuestos.

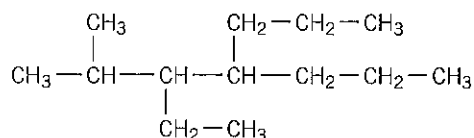
Pentano



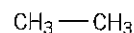
3-metilhexano



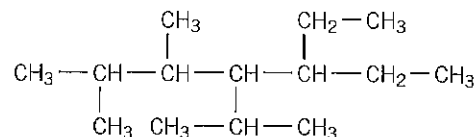
3-etil-2-metil-4-propilheptano



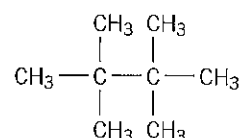
Etano



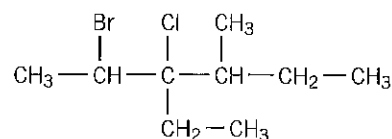
5-etil-2,3-dimetil-4-(propan-2-il)heptano



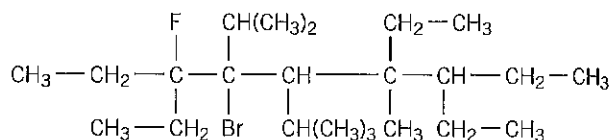
2,2,3,3-tetrametilbutano



2-bromo-3-cloro-3-etil-4-metilhexano



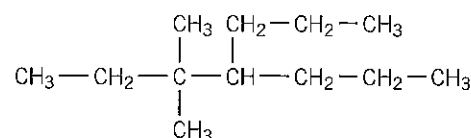
4-bromo-5-terc-butil-3,6,7-trietil-3-fluoro-6-metil-4-(propan-2-il)nonano



Metano

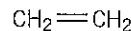


3,3-dimetil-4-propilheptano

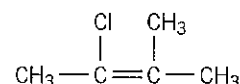


### 4. Formulamos los alquenos y alquinos propuestos.

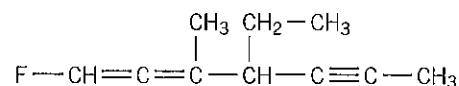
Eteno



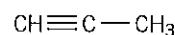
2-cloro-3-metilbut-2-eno



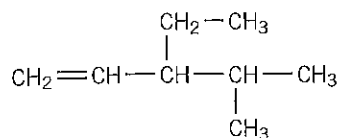
4-etil-1-fluoro-3metilhepta-1,2-dien-5-ino



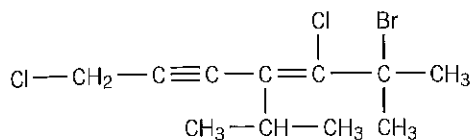
Prop-1-ino



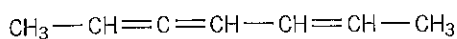
3-etil-4-metilpent-1-eno



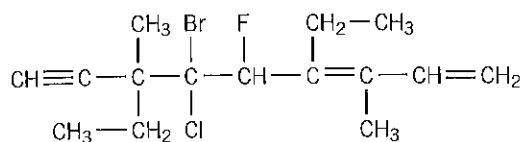
6-bromo-1,5-dicloro-6-metil-4-(propan-2-il)hept-4-en-2-ino



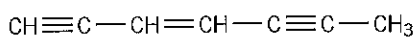
Heptano-2,3,5-trieno



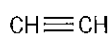
6-bromo-6-cloro-4,7-dietil-5-fluoro-3,7-dimetilnona-1,3-dien-8-ino



Hept-3-eno-1,5-diino



Acetileno

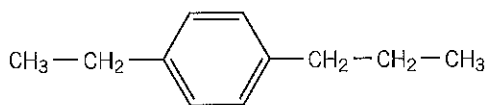


5. Formulamos los hidrocarburos cíclicos propuestos.

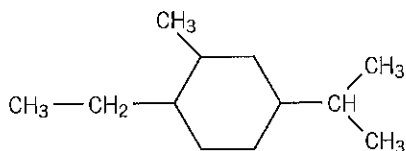
Ciclopentano



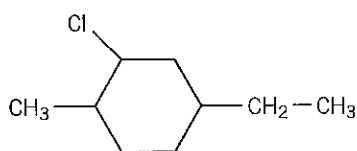
p-etilpropilbenceno



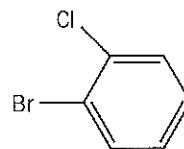
1-etil-2-metil-4-(propan-2-il)ciclohexano



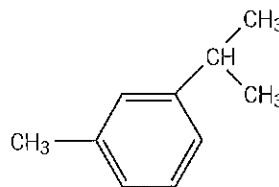
2-cloro-4-etil-1-metilciclohexano



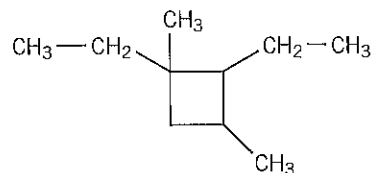
o-bromoclorobenceno



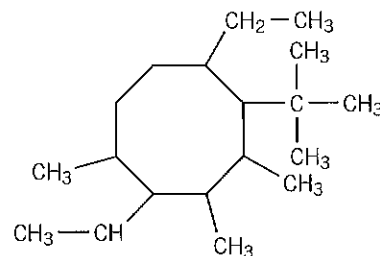
1,3-metil-3-(propan-2-il)benceno



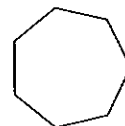
1,2-dietil-1,3-dimetilciclobutano



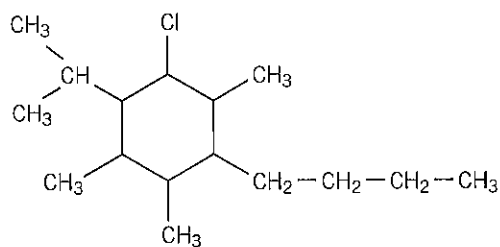
1,5-dietil-2-terc-butil-3,4,6-trimetilciclooctano



Cicloheptano

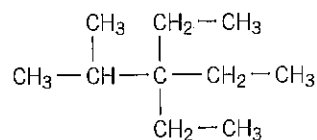


1-butil-3-cloro-2,5,6-trimetil-4-(propan-2-il)ciclohexano

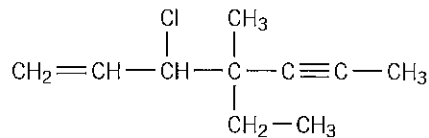


6. Formulamos los hidrocarburos propuestos.

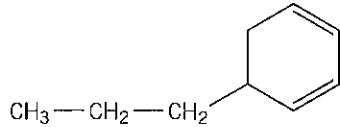
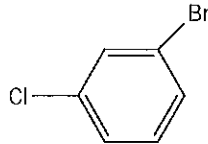
3,3-dietil-2-metilpentano



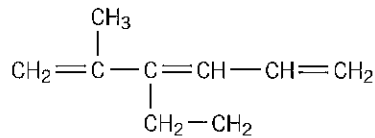
3-cloro-4-etil-4-metilhept-1-en-5-ino



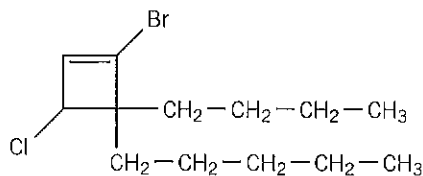
5-propilciclohexa-1,3-dieno


*m*-bromoclorobenceno


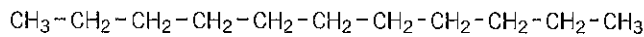
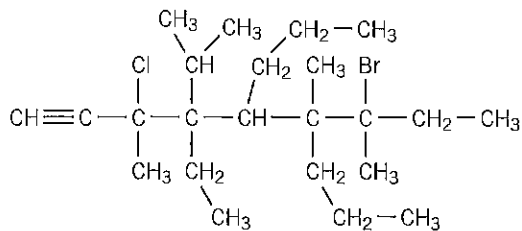
3-etil-2-metilhexa-1,3,5-trieno



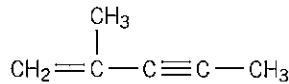
1-bromo-4-butil-3-cloro-4-pentilciclobut-1-eno



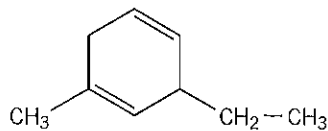
Undecano


 7-bromo-3-cloro-5-*terc*-butil-4-etil-3,6,7-trimetil-4-(propan-2-il)-5,6-dipropilnon-1-ino


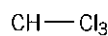
2-metilpent-1-en-3-ino



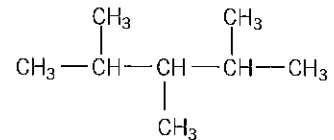
3-etil-1-metilciclohexa-1,4-dieno



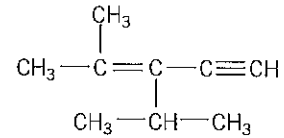
Cloroformo



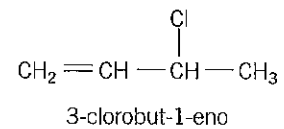
7. Nombramos los hidrocarburos propuestos.



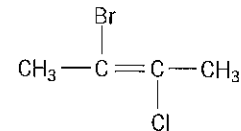
2,3,4-trimetilpentano



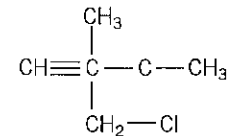
4-metil-3-(propan-2-il)pent-3-en-1-ino



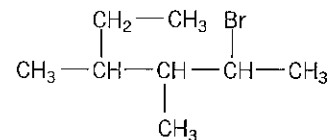
3-clorobut-1-eno



2-bromo-3-cloro-but-2-eno



4-cloro-3,3-dimetilbut-1-ino



2-bromo-3,4-dimetilhexano

8. Datos:  $m$  (sustancia combustión) = 1,000 g;  
 $m(\text{CO}_2)$  = 3,138 g;  $m(\text{H}_2\text{O})$  = 1,285 g;  $m(\text{gas})$  = 14,704 g;  
 $p$  =  $10^5$  Pa;  $T$  = 400 °C;  $V(\text{gas})$  = 5 L

— Calculamos las cantidades químicas de C y H en el dióxido de carbono y en el agua:

$$M_r(\text{CO}_2): 1 \cdot 12,01 + 2 \cdot 16,00 = 44,01;$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_4): 44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}): 2 \cdot 1,01 + 1 \cdot 16,00 = 18,02;$$

$$M(\text{H}_2\text{O}): 18,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n(\text{C}) = 3,138 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44,01 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2}$$

$$n(\text{C}) = 0,07130 \text{ mol C}$$

$$n(\text{H}) = 1,285 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18,02 \text{ g H}_2\text{O}} \cdot \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}}$$

$$n(\text{H}) = 0,1426 \text{ mol H}$$



— Deducimos la fórmula empírica de la sustancia:

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{C})} = \frac{0,1426 \text{ mol H}}{0,07130 \text{ mol C}} = \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol C}}$$

Por tanto, la fórmula empírica del compuesto es CH<sub>2</sub>.

— Para determinar la fórmula molecular de la sustancia, debemos conocer su masa molar. Para ello, calcularemos primero con la ecuación de estado de los gases ideales la cantidad total de sustancia:

$$p = 10^5 \text{ Pa}; T = (400 + 273)\text{K} = 673 \text{ K}$$

$$V = 5 \cancel{\text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \cancel{\text{ L}}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T; n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T};$$

$$n = \frac{10^5 \cancel{\text{ Pa}} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cancel{\text{ m}^3}}{8,31 \cancel{\text{ Pa}} \cdot \cancel{\text{ m}^3} \cdot \cancel{\text{ mol}^{-1}} \cdot \cancel{\text{ K}^{-1}} \cdot 673 \cancel{\text{ K}}} = 0,09 \text{ mol}$$

— A continuación, determinamos la masa molar del compuesto:

$$M(\text{compuesto}) = \frac{m}{n} = \frac{14,704 \text{ g}}{0,09 \text{ mol}} \approx 163,38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

— Determinamos la fórmula molecular:

$$M_r(\text{CH}_2): 1 \cdot 12,01 + 2 \cdot 1,01 = 14,03;$$

$$M(\text{CH}_2): 14,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{M(\text{compuesto})}{M(\text{CH}_2)} = \frac{163,38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{14,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 12$$

La fórmula molecular del compuesto es C<sub>12</sub>H<sub>24</sub>.

### 9. Datos:

% en masa (C) = 22,48 %; % en masa (H) = 2,85 %; % en masa (Br) = 74,71 %; M (compuesto) = 213,90 g · mol<sup>-1</sup>.

— Calculamos las cantidades químicas de C, H y Br, tomando una base de cálculo de 100 g de compuesto:

$$n(\text{C}) = 22,48 \cancel{\text{ gC}} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \cancel{\text{ gC}}} = 1,872 \text{ mol C}$$

$$n(\text{H}) = 2,85 \cancel{\text{ gH}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,01 \cancel{\text{ gH}}} = 2,822 \text{ mol H}$$

$$n(\text{Br}) = 74,71 \cancel{\text{ gBr}} \cdot \frac{1 \text{ mol Br}}{79,90 \cancel{\text{ gBr}}} = 0,9350 \text{ mol Br}$$

— Deducimos la fórmula empírica de la sustancia:

$$\frac{n(\text{C})}{n(\text{Br})} = \frac{1,872 \text{ mol C}}{0,9350 \text{ mol Br}} \approx \frac{2 \text{ mol C}}{1 \text{ mol Br}}$$

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{Br})} = \frac{2,822 \text{ mol H}}{0,9350 \text{ mol Br}} \approx \frac{3 \text{ mol H}}{1 \text{ mol Br}}$$

Por tanto, la fórmula empírica del compuesto es C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Br.

— Determinamos la fórmula molecular del compuesto:

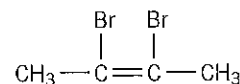
$$M_r(\text{C}_2\text{H}_3\text{Br}): 2 \cdot 12,01 + 3 \cdot 1,01 + 1 \cdot 79,90 = 106,95;$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_3\text{Br}): 106,95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{M(\text{compuesto})}{M(\text{C}_2\text{H}_3\text{Br})} = \frac{213,90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{106,95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2$$

Por tanto, la fórmula molecular del compuesto es C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>Br<sub>2</sub>.

— Un posible compuesto que corresponde con esta fórmula es el siguiente:



### 10. Relacionamos cada compuesto con su característica:

- |                  |  |
|------------------|--|
| a) Diamante      | 7) Compuesto muy duro.   |
| b) Carbón activo | 8) Gran capacidad de adsorción.                                |
| c) Biodiésel     | 4) Fuente de energía renovable.                                |
| d) Nanotubo      | 5) Cilíndrico.   |
| e) Grafeno       | 6) Red hexagonal.  |
| f) Gas natural   | 2) Fuente de energía limpia.                                   |
| g) Grafito       | 1) Exfoliación en capas.                                       |
| h) Fullerenos    | 3) Combinación de hexágonos y pentágonos de átomos de carbono. |

### Zona + (Pág. 183)

— Grafeno, material del futuro

• Podemos consultar la noticia completa en este enlace:

<http://www.elmundo.es/elmundo/2012/04/13/nanotecnologia/1334331314.html>

El grafeno es un material cuyas aplicaciones están en fase de desarrollo. Tiene muchas aplicaciones electrónicas y tecnológicas, como son las pantallas flexibles y transparentes, las baterías ultrarrápidas, potentes paneles solares, pantallas para televisores, etc. Y, además, se emplea en otros ámbitos como la aeronáutica y la medicina (biosensores), entre otros.

• La técnica de deposición química en fase de vapor consiste en introducir compuestos en fase gaseosa en un reactor (en este caso, gas metano), para formar un material en forma de lámina delgada (grafeno) sobre un sustrato.

El reactor trabaja a presiones inferiores a 1 torr, donde el gas se descompone en hidrógeno y carbono, y este se deposita en forma de lámina en el sustrato.

• El grafeno ha inspirado otros compuestos como, por ejemplo, el fluorografeno, el nitruro de boro hexagonal, el disulfuro de molibdeno o el siliceno.

— Fuentes de energía alternativas al petróleo

• Respuesta sugerida:

Proponemos consultar los siguientes enlaces:

<http://regiondigital.com/noticias/reportajes/224273-residuos-organicos-y-plasticos-fuentes-de-energia-alternativas-al-petroleo.html>

<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/viewFile/5547/5543>

La pirólisis en sí consiste en un proceso en el que se realiza la combustión incompleta de biomasa a 500 °C, en condiciones anaerobias. En este proceso se forman diversos productos, entre los cuales encontramos óxidos de carbono, hidrógeno e hidrocarburos. Estos hidrocarburos, al ser condensados, pueden dar lugar a bioaceites.

En el caso de la pirólisis flash, la temperatura a la cual se lleva la combustión es mayor, 1000 °C. De este modo, la mayoría de la biomasa se transforma en gas.

El producto obtenido se puede utilizar en motores de explosión, que serían menos contaminantes.

- El uso de la biomasa genera compuestos como monóxido y óxido de carbono, pero no produce más gases tóxicos para el medio ambiente. Además, esta técnica es una alternativa a los combustibles fósiles. La combustión de bioaceite origina menos contaminantes que la gasolina, ya que esta, además de generar dióxido de carbono, también produce óxidos de nitrógeno perjudiciales para el medio ambiente.

Así pues, el uso de la biomasa para obtener combustible es un proceso sostenible y respetuoso con el medio ambiente, siempre y cuando la producción de combustibles a partir de la biomasa no se realice de manera

descontrolada.

- El bioaceite, el biodiésel y el bioetanol son biocombustibles renovables y alternativos a los obtenidos a partir del petróleo.

El petróleo es un recurso fósil no renovable, del que actualmente no podemos prescindir por completo para satisfacer nuestras necesidades energéticas.

Con el desarrollo de la tecnología se conseguirá aumentar el rendimiento y la eficacia de este tipo de técnicas alternativas, que se irán incorporando paulatinamente a nuestro sistema de generación de energía. Así, poco a poco utilizaremos más fuentes renovables y seremos menos dependientes del petróleo. Esto debe ser así para lograr un desarrollo sostenible.

— *Un nuevo modelo de polímeros biodegradables*

- Leemos la noticia propuesta. Sugerimos ampliar la información consultando estos enlaces:

<http://www.correodelorinoco.gob.ve/investigacion/cientificos-desarrollan-un-nuevo-modelo-polimeros-biodegradables/>

[http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/medicina/polimeros\\_biodegradables.htm](http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/medicina/polimeros_biodegradables.htm)