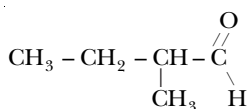
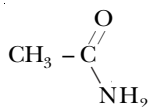
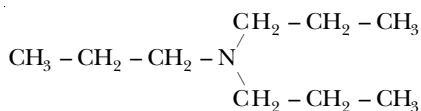
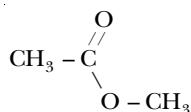
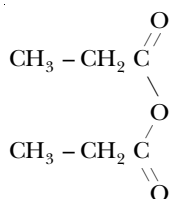


12. Reactividad de los compuestos de carbono

ACTIVIDADES (pág. 315)

- a) 2,5-hexanodiona b) Dietilamina
- c) Acetato de propilo d) Etanonitrilo
- e) N-etilmetanamida f) Benceno
- g) Ciclobuteno h) 2, 4, 6-triclorofenol
- i) Ácido 2-clorobenzoico
- $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



1. LOS COMPUESTOS DEL CARBONO (pág. 319)

- El butano es una molécula apolar. Entre ellas sólo existen fuerzas de dispersión. Sin embargo, entre las moléculas de agua se forman enlaces de hidrógeno.

Disolver el butano en agua significaría la ruptura de los enlaces de hidrógeno del agua, que es un proceso energéticamente desfavorable. Por ello, el butano no es soluble en agua.

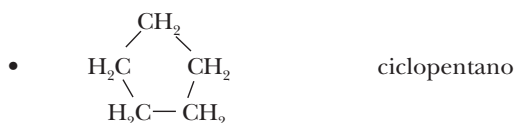
- OH Alcohol
 - NH₂ Amina
 - Cl Halogenuro de alquilo



- La pentanona presenta estos dos isómeros:



- $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ 1-penteno
 - $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ 2-penteno



- $\text{CH}_2\text{OH} - \overset{*}{\text{C}}\text{HOH} - \text{CH}_3$ 1,2-propanodiol

El segundo carbono es asimétrico ya que tiene cuatro sustituyentes diferentes: CH₃, H, OH y CH₂OH.



El segundo carbono es asimétrico ya que tiene cuatro sustituyentes diferentes: COOH, H, Cl y CH₃.

- Datos: 26,70 % C 2,20 % H 71,10 % O

$M_r = 90,00 \text{ u}$

Calculamos el número de moles de cada elemento contenidos en 100,0 g de compuesto a partir de los porcentajes en masa:

$$n_{\text{C}} = 26,70 \text{ g C} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \text{ g C}} = 2,22 \text{ mol C}$$

$$n_H = 2,20 \text{ g H} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,008 \text{ g H}} = 2,18 \text{ mol H}$$

$$n_O = 71,10 \text{ g O} \cdot \frac{1 \text{ mol O}}{16,00 \text{ g O}} = 4,40 \text{ mol O}$$

Teniendo en cuenta que la relación en moles de átomos es la misma que la relación en átomos, dividimos por el valor más pequeño para obtener números enteros:

$$\text{C: } \frac{2,22}{2,18} = 1,02 \approx 1 \text{ átomo C}$$

$$\text{H: } \frac{2,18}{2,18} = 1 \text{ átomo H}$$

$$\text{O: } \frac{4,40}{2,18} = 2,02 \approx 2 \text{ átomos O}$$

La fórmula empírica es CHO_2 y su masa fórmula es:

$$M_r(\text{CHO}_2) = 12,01 \text{ u} + 1,008 \text{ u} + 2 \cdot 16,0 \text{ u} = 45,018 \text{ u}$$

Calculamos la relación entre la masa molecular y la masa de la fórmula empírica:

$$\frac{M_r}{M_r(\text{CHO}_2)} = \frac{90,004 \text{ u}}{45,018 \text{ u}} \approx 2$$

lo que significa que la fórmula molecular es el doble de la fórmula empírica. Por tanto, la fórmula molecular es $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$.

7. Datos: 82,7% $d = 2,36 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 $t = 25^\circ \text{C}$ $P = 755 \text{ mm Hg}$

Calculamos la fórmula empírica siguiendo el mismo procedimiento empleado en el ejercicio anterior y suponiendo 100 g de compuesto:

$$m(\text{H}) = 100 - m(\text{C}) = 100 \text{ g} - 82,7 \text{ g} = 17,3 \text{ g H}$$

$$n_C = 82,7 \text{ g C} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12,01 \text{ g C}} = 6,89 \text{ mol C}$$

$$n_H = 17,3 \text{ g H} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,008 \text{ g H}} = 17,16 \text{ mol H}$$

$$\text{C: } \frac{6,89}{6,89} = 1 \text{ átomo C}$$

$$\text{H: } \frac{17,16}{6,89} = 2,49 \approx 2,5 \text{ átomos H}$$

Si multiplicamos por 2 los valores anteriores, obtenemos una relación de números enteros sencillos:

$$\text{C: } 1 \cdot 2 = 2 \qquad \text{H: } 2,5 \cdot 2 = 5$$

La fórmula empírica es C_2H_5 y su masa fórmula es:

$$M(\text{C}_2\text{H}_5) = 2 \cdot 12,01 \text{ g} + 5 \cdot 1,008 \text{ g} = 29,06 \text{ g}$$

Calculamos la masa molecular utilizando la ecuación de estado de los gases ideales:

$$T = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$P = 755 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 0,99 \text{ atm}$$

$$PV = nRT = \frac{m}{M}RT \Rightarrow M = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{P} = d \cdot \frac{RT}{P}$$

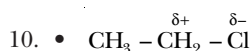
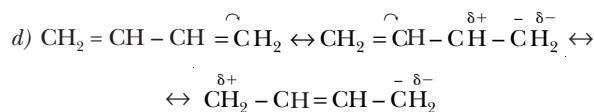
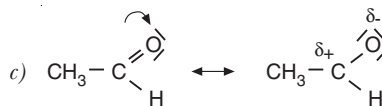
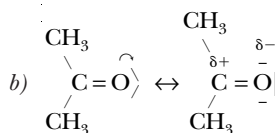
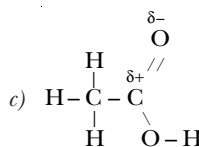
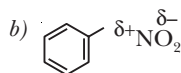
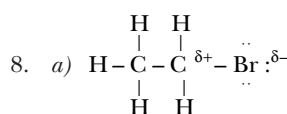
$$M = 2,36 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot \frac{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 298 \text{ K}}{0,99 \text{ atm}} = 58,25 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Calculamos la relación entre la masa molecular y la masa de la fórmula empírica:

$$\frac{M}{M(\text{C}_2\text{H}_5)} = \frac{58,25 \text{ g}}{29,06 \text{ g}} = 2$$

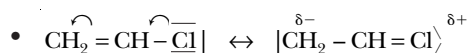
lo que significa que la fórmula molecular es el doble de la fórmula empírica. Por tanto, la fórmula molecular es C_4H_{10} .

2. DESPLAZAMIENTOS ELECTRÓNICOS EN LAS MOLÉCULAS ORGÁNICAS (pág. 321)



En la molécula de cloroetano, el cloro, al ser más electronegativo, atrae más que el carbono el par de electrones del enlace y, por esta razón, el átomo de cloro quedará con cierta carga negativa, mientras que el carbono quedará con cierta carga positiva.

Por esto decimos que el cloro tiene efecto inductivo negativo.

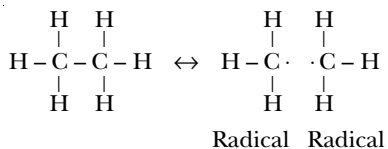


En la molécula de cloroetano, un par de electrones no enlazante puede pasar a formar un enlace con el carbono 1, quedándose el carbono 2 con un par de electrones del enlace.

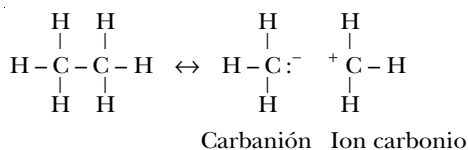
3. CLASES DE REACCIONES ORGÁNICAS

(págs. 324 y 331)

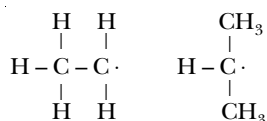
11. Ruptura homolítica:



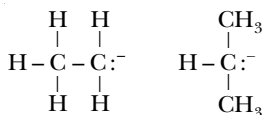
Ruptura heterolítica:



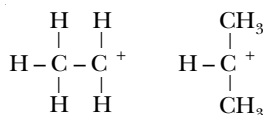
12. Radicales:



Carbaniones:



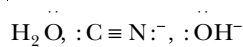
Iones carbonio:



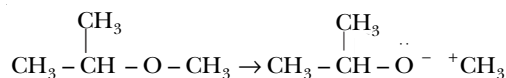
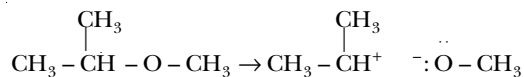
13. Electrófilas:



Nucleófilas:



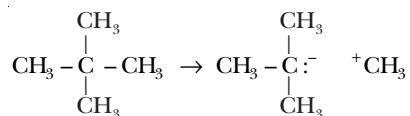
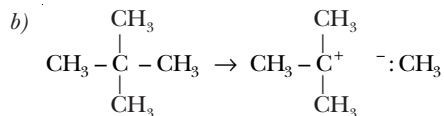
14. a)



Se romperá el enlace O—C por ser el más polarizado.

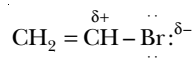
La ruptura más probable es la primera porque da lugar a un ion carbonio más sustituido, secundario.

Mientras que, en el segundo caso, se obtiene un ion carbonio primario, menos estable.



La ruptura más probable es la primera porque da lugar a un ion carbonio terciario y a un carbanión menos sustituido.

15. a) Si consideramos el efecto inductivo del Br:



Podemos esperar un ataque nucleófilo en el carbono con cierta carga positiva.

Pero si tenemos en cuenta el efecto mesómero:

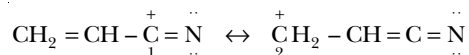


Se podría esperar un ataque electrófilo en el carbono, que queda cargado negativamente.

b) Por efecto inductivo: $\text{CH}_2 = \overset{\delta+}{\text{C}} - \overset{\delta-}{\text{C}} \equiv \text{N}$:

El átomo de carbono unido al nitrógeno soporta una carga positiva parcial y puede ser atacado por reactivos nucleófilos.

Por efecto mesómero:



Tenemos que el carbono 1 y el 2 pueden ser atacados por un reactivo nucleófilo.

16. a) Eliminación, porque se ha eliminado un grupo de átomos (—OH) y se ha formado un enlace π .

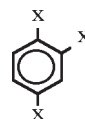
b) Condensación, porque de dos moléculas se ha formado una y se elimina una molécula pequeña (H_2O).

c) Sustitución, porque se ha sustituido un átomo de la cadena carbonada por otro.

d) Adición, porque el doble enlace ha pasado a ser simple por unión de otros átomos.

e) Eliminación, porque se ha eliminado un grupo de átomos y se ha formado un enlace π .

17. A partir del efecto orientador de los halógenos, podemos deducir que el derivado trihalogenado más probable es:

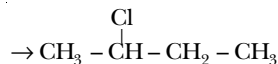


35. a) Es una reacción de sustitución sobre el benceno. Se trata de una sustitución electrófila.
 b) Es una reacción de adición al doble enlace. Se trata de una adición electrófila.
 c) Es una reacción de eliminación. Se rompe el enlace C-Cl y se forma un carbocatión. Después se pierde un protón H⁺ y se forma el doble enlace C=C.
 d) Es una adición al triple enlace. Se trata de una adición electrófila.

36. Los alquenos se pueden distinguir de los alcanos empleando una reacción de adición de un halógeno.

Al añadir al alqueno una disolución de bromo en diclorometano, la solución se decolora porque disminuye la concentración de Br₂.

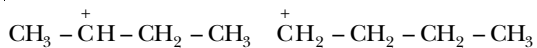
Si añadimos la disolución a un alcano, no se decolora porque el alcano no reacciona con el Br₂.



Se formará 2-clorobutano.

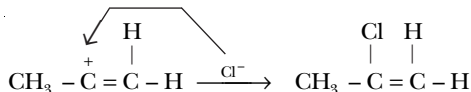
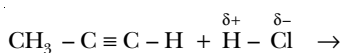
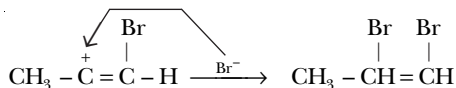
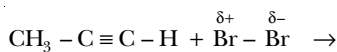
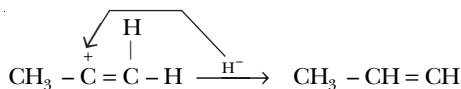
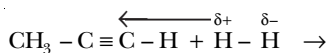
También se podría producir el 1-clorobutano, pero su formación requeriría la creación de un ion carbonio primario, mientras que la formación del 2-clorobutano requiere la formación de ion carbonio secundario, que es más estable.

Después del ataque electrófilo por parte del H⁺, los iones carbonio formados son:



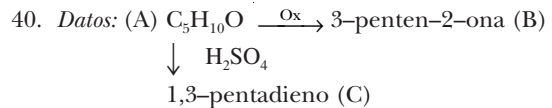
Se ha aplicado la regla de Markovnikov.

38. Primero habrá un ataque electrófilo por parte de H⁺, Br⁺ y H⁺, con posterior captura del nucleófilo

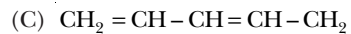
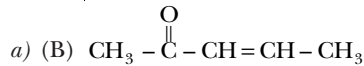


39. a) Reacción de sustitución al anillo de benceno. Se trata de una sustitución electrófila.

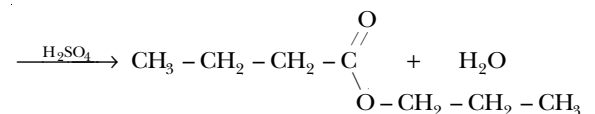
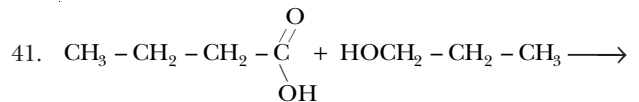
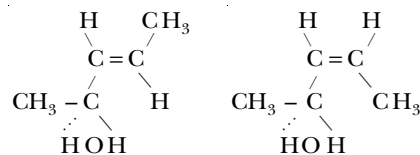
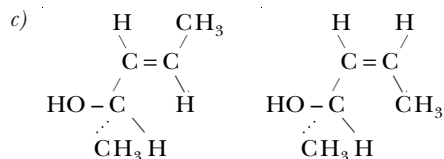
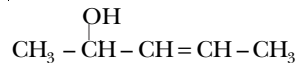
b) Reacción de adición al triple enlace. Se trata de una adición electrófila.



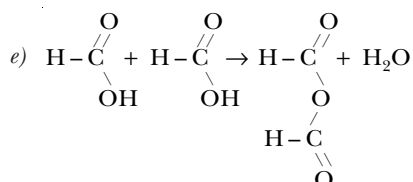
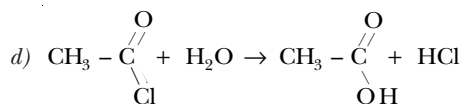
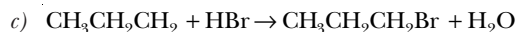
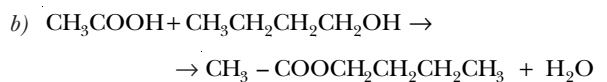
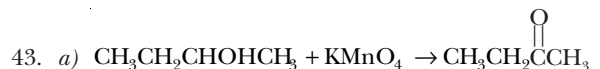
Puesto que el número máximo de hidrógenos es 2n + 2, vemos que el alcohol presenta una insaturación, es decir, presenta un doble enlace.

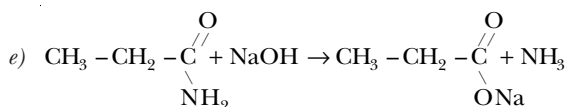
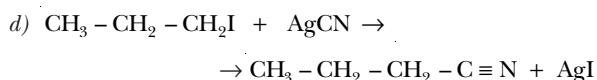
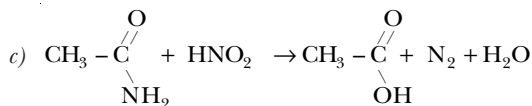
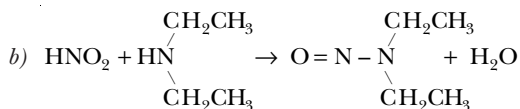
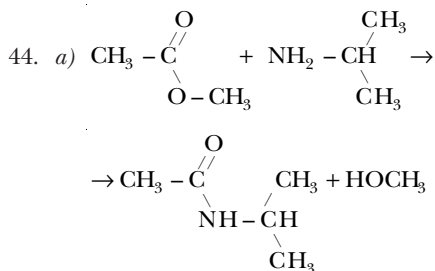
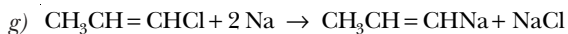
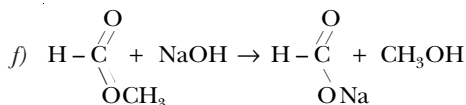


b) Se trata del 3-propen-2-ol



42. Se podría obtener por una oxidación con ruptura del doble enlace. Reactivo propuesto: ozono (O₃).





45. Datos: m (hidrocarburo) = 120 g $V = 0,5$ L
 m (H₂O) = 216 g m (hidrocarburo) = 0,58 g
 m (CO₂) = 352 g $T = 25 + 273 = 298$

$$P = 720 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mmHg}} = 0,95 \text{ atm}$$

Calculamos la fórmula empírica a partir de la masa de H₂O y CO₂, ya que todo el C y el H del hidrocarburo ha pasado a CO₂ y H₂O, respectivamente.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,016 \text{ u} \quad M_r(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ u}$$

En 120 g de hidrocarburo hay:

$$216 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18,016 \text{ g H}_2\text{O}} \cdot \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \simeq 24 \text{ mol H}$$

$$\rightarrow 3 \text{ átomos H}$$

$$352 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44,01 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \simeq 8 \text{ mol C}$$

$$\rightarrow 1 \text{ átomo C}$$

Como la relación en moles es la misma que en átomos, dividimos por el número menor.

$$\text{Fórmula empírica: CH}_3 \quad M_r(\text{CH}_3) = 15,034 \text{ u}$$

Calculamos la masa molecular a partir de la ecuación de estado:

$$P V = n R T$$

$$P V = \frac{m}{M} R T$$

$$M = \frac{m R T}{P V} = \frac{0,58 \text{ g} \cdot 0,082 \cdot \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 298 \text{ K}}{0,95 \text{ atm} \cdot 0,5 \text{ L}}$$

$$M = 30,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La relación entre la masa molecular y la masa empírica nos dará el número de veces que la primera contiene la segunda:

$$\frac{M}{M(\text{CH}_3)} = \frac{30}{15} = 2$$

Fórmula molecular: C₂H₆.

46. Datos: M_r (polibutadieno) = 10 260 u

Monómero: CH₂ = CH - CH = CH₂

Calculamos la masa molecular del butadieno:

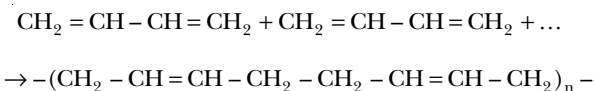
$$M_r(\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2) = 4 \cdot 12,01 \text{ u} + 6 \cdot 1,008 \text{ u} = 54,088 \text{ u}$$

Calculamos las unidades de monómero:

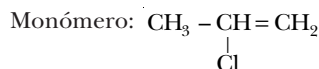
$$\frac{M_r(\text{polibutadieno})}{M_r(\text{butadieno})} = \frac{10 260 \text{ u}}{54,088 \text{ u}} = 189,7$$

El número de unidades del monómero es **190**.

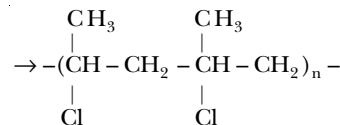
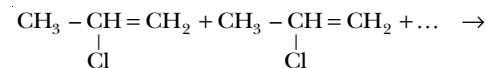
La reacción de polimerización:



47. 2-cloro-1-propeno

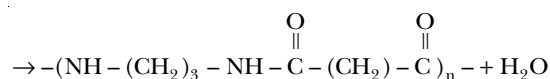


Reacción de adición:



48. Datos: 1, 3-propanodiamina

Ácido butanodioico



Se trata de un **copolímero** porque está formado a partir de dos monómeros distintos.

