



El químico alemán Kekulé estudió la estructura de los compuestos orgánicos aromáticos cuya serie se inicia en el benceno.

16. La función orgánica. Grupos funcionales.

1 REACCIONABILIDAD DE LOS ENLACES SIMPLE, DOBLE Y TRIPLE

Atendiendo al tipo de enlace que une a los átomos de carbono, los compuestos orgánicos pueden dividirse en dos grandes categorías: **saturados** y **no-saturados**.

En los *saturados*, sólo existen enlaces simples entre los carbonos, es decir, los carbonos comparten un par de electrones presentes en un orbital molecular sigma (σ). Dicho tipo de unión posee una energía muy baja y una gran estabilidad.

Por otra parte, los compuestos *no-saturados* poseen dobles o triples enlaces entre carbonos, es decir, los átomos de carbono comparten dos o tres pares de electrones, de los cuales un par siempre corresponde a un orbital molecular σ , mientras el resto pertenece a otro tipo de orbital molecular llamado pi (π) y son los que dan el gran carácter reactivo a los compuestos no-saturados.

Compu

Los
Los
tución c

C

o bien e

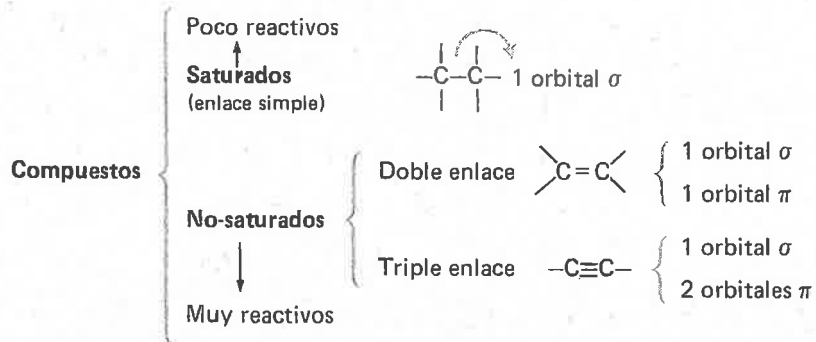
Los
adición,
triples e

Los
halógenos
algunos

a) a

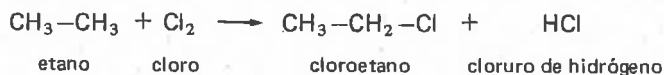
b) a

c) a

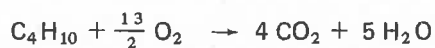


Los compuestos no saturados tienden a convertirse en saturados.

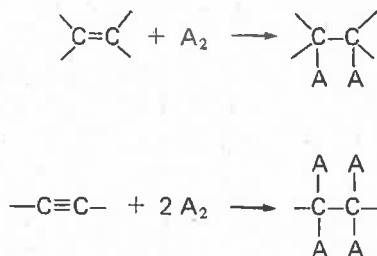
Los compuestos con simple enlace sólo dan lugar a *reacciones de sustitución* como:



o bien experimentan combustiones con rotura total de la molécula

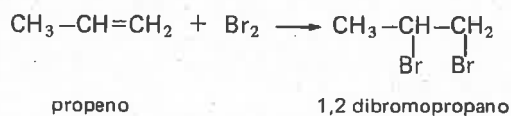


Los compuestos con doble o triple enlace experimentan *reacciones de adición*, debido a la reactividad de los electrones (π) con lo cual los dobles o triples enlaces se convierten en simples.

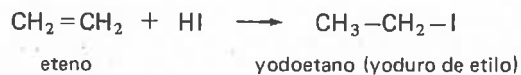


Los principales reactivos que se adicionan al doble o triple enlace son: *halógenos, haluro de hidrógeno, sulfúrico (hidratación) e hidrógeno*; veamos algunos ejemplos:

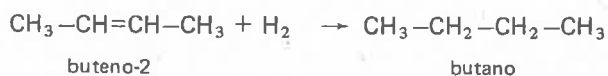
a) *adición de halógeno:*



b) *adición de haluro de hidrógeno:*



c) *adición de hidrógeno:*



Monosustituídos:

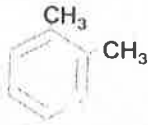


Metil-benceno

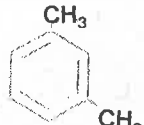


Etenil-benceno o estireno

Disustituídos:



(1,2) *Orto*-dimetil-benceno

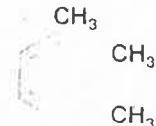


(1,3) *Meta*-dimetil-benceno

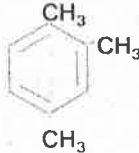


(1,4) *Para*-dimetil-benceno

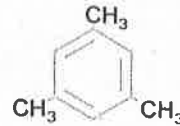
Trisustituídos:



(1,2,3) *Vicinal*-trimetil-benceno



(1,2,4) *Asimétrico*-trimetil-benceno

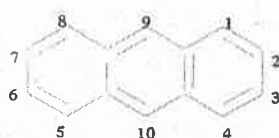


(1,3,5) *Simétrico*-trimetil-benceno

De otra parte existen hidrocarburos aromáticos polinucleares, siendo los más importantes el naftaleno y el antraceno.



naftaleno ($C_{10}H_8$)



antraceno ($C_{14}H_{10}$)

Para los derivados monosustituídos de dichos compuestos y según el sustituyente ocupe una de las siguientes posiciones del anillo; se habla de posiciones α , β y γ

1,4,5,8	→	Posiciones α
2,3,6,7	→	Posiciones β
9 y 10		Posiciones γ

Dichos productos, al igual que el benceno, son importantes materias primas en la síntesis de colorantes, detergentes y explosivos.

ESTRUCTURA Y REACTIVIDAD DEL BENCIENO

Al benceno se le pueden asignar estructuras tales como las siguientes:



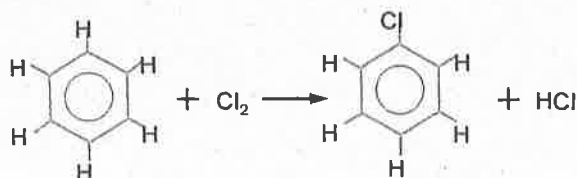
en las que únicamente varía la distribución de enlaces dentro del ciclo, pero en ningún caso su fórmula molecular (C_6H_6) ni prácticamente la estructural. Su especial comportamiento, en el que es de resaltar su dificultad de experimentar reacciones de *adición*, hizo pensar en que su estructura podría considerarse como una especie de *promedio* entre ellas, para la cual se emplea la notación



estructura promedio o resonante del benceno

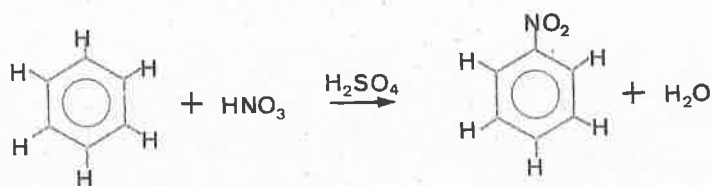
El benceno es un líquido incoloro, de bajo punto de ebullición, insoluble en agua, pero soluble en otros disolventes apolares como él, y no conductor de la corriente eléctrica. No posee la reactividad típica del eteno, ni da fácilmente reacciones de adición. Sus principales procesos de reacción son los de *sustitución*, tales como los siguientes:

a) *Halogenación*



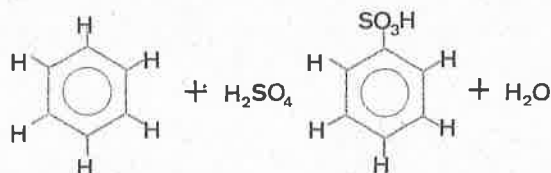
b) *Nitración*

Se hace reaccionar el benceno con una mezcla sulfo-nítrica (ácidos sulfúrico y nítrico) con lo cual tiene lugar el proceso:



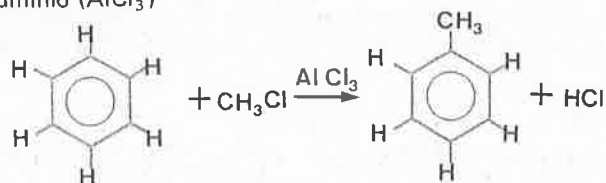
c) *Sulfonación*

El benceno reacciona con ácido sulfúrico concentrado:



d) *Reacción de Friedel-Crafts*

Importante reacción que permite la sustitución de hidrógeno por radicales (-R), al hacer reaccionar el benceno con un derivado halogenado (R-X) en presencia de un catalizador que es el cloruro de aluminio (AlCl₃)



4 CONCEPTO DE FUNCIÓN ORGANICA. GRUPOS FUNCIONALES

Denominaremos *función orgánica* a una familia de sustancias con un comportamiento químico semejante; dicho comportamiento es debido a la común posesión en su molécula de una agrupación atómica característica a la que llamaremos *grupo funcional*. Así, los alcoholes son una función orgánica y su grupo funcional es el grupo (-OH).

Las principales funciones y grupos funcionales son los siguientes:

NOMBRE DE LA FUNCIÓN	SUFIJO	GRUPO FUNCIONAL	FÓRMULA GENERAL
alcohol	-ol	-OH	R-OH
fenol	-ol	-OH	Ar-OH
aldehído	-al	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C-} \\ \\ \text{H} \end{array}$
cetona	-ona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C=O} \\ \diagup \\ \text{R}' \end{array}$
éter	oxi-	-O-	R-O-R'
ácido carboxílico	-oico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C-} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
éster	-ato de alquilo	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-O-R}' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C-O-R}' \end{array}$
aminas	$\left\{ \begin{array}{l} \text{-amina} \\ \text{di-} \\ \text{tri-} \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} \text{-NH}_2 \\ \text{-HN-} \\ \text{-N-} \end{array}$	$\begin{array}{l} \text{R-NH}_2 \\ \text{R-NH-R}' \\ \begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{R}' \text{-N} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array} \end{array}$
amida	-amida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C-NH}_2 \end{array}$
nitrilo	-nitrilo	-C≡N	R-C≡N

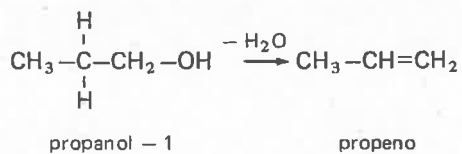
5 ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES FUNCIONES ORGANICAS OXIGENADAS

Como hemos visto en el cuadro anterior, las principales funciones oxigenadas son: los alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y ésteres.

Estudiamos las propiedades químicas más importantes de dichas funciones.

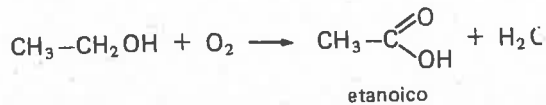
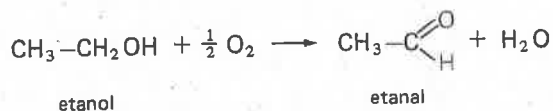
LOS ALCOHOLES

a) *Se deshidratan*, dando hidrocarburos con doble enlace

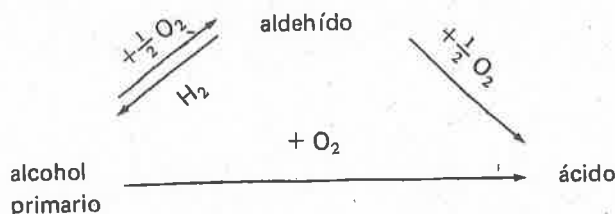


b) Se oxidan con facilidad y conducen a la obtención de aldehídos, ácidos y cetonas, según el tipo de alcohol.

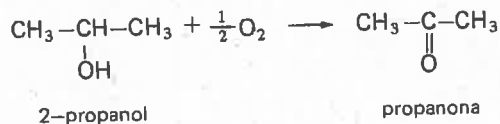
Los alcoholes *primarios* oxidados parcialmente dan lugar a la obtención de *aldehídos* y si la oxidación es total a *ácidos*.



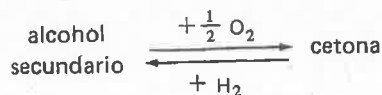
Es decir:



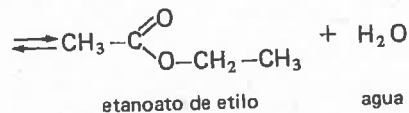
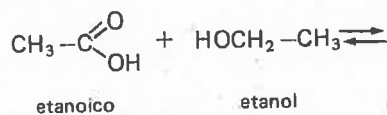
Mientras los alcoholes *secundarios* producen *cetonas*



Es decir:

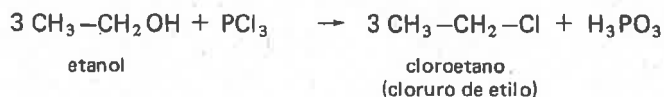


c) *Reaccionan con los ácidos* y dan lugar a la obtención de *ésteres*. Así, por ejemplo:



dichas reacciones se denominan *reacciones de esterificación* y son reversibles, es decir, pueden ocurrir en ambos sentidos, denominándose *hidrólisis* a la reacción contraria.

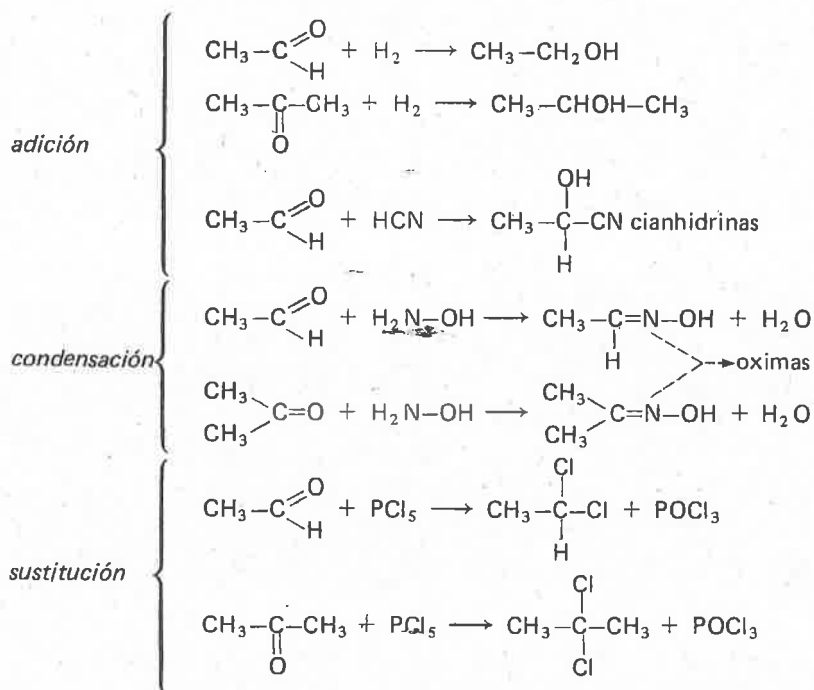
d) Pueden reaccionar con haluros de fósforo como el tricloruro de fósforo, convirtiéndose en derivados halogenados; así, por ejemplo:



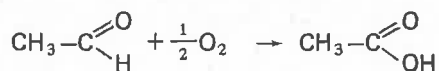
ALDEHIDOS Y CETONAS

Dichas funciones contienen el grupo funcional carbonilo -C=O , pero en distinta posición dentro de la cadena de carbonos y, debido a ello, poseerán una serie de propiedades comunes ($>\text{C=O}$) y unas propiedades diferenciales.

Las reacciones comunes pueden ser de adición, condensación y sustitución. Veamos algunos ejemplos:



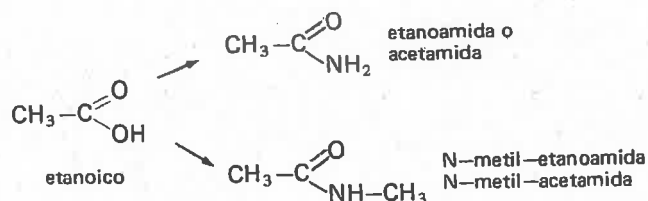
La distinta posición del grupo funcional determina que existan unas propiedades diferenciales, de las cuales la más importante es el carácter reductor de los aldehídos que no lo poseen las cetonas, debido a que los aldehídos pueden oxidarse y no así las cetonas:



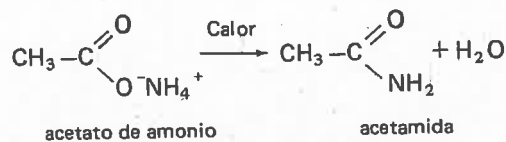
Este carácter reductor se puede comprobar con el reactivo de Fehling que, en presencia de un aldehído, da lugar a un producto rojo: óxido de cobre (II).

LOS ACIDOS ORGANICOS

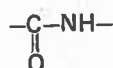
- a) Como ya hemos indicado anteriormente, *reaccionan con los alcoholes dando ésteres.*
- b) Poseen una serie de *propiedades comunes con los ácidos inorgánicos*



Dichos productos pueden obtenerse por descomposición térmica de las sales amónicas de los ácidos carboxílicos:

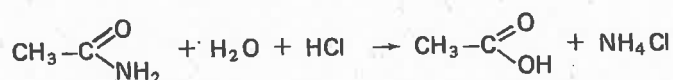


Las amidas tienen una especial importancia por la presencia del grupo

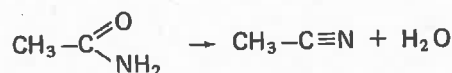


que es la agrupación estructural básica de las moléculas de proteínas, como veremos posteriormente.

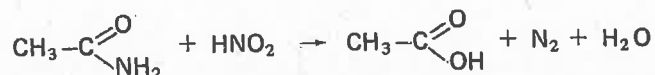
Dichos productos son sólidos cristalinos, blancos y relativamente solubles en agua; por hidrólisis en medio ácido dan lugar a ácidos:



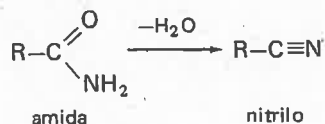
Por deshidratación total se convierten en nitrilos:



y al tratarlas con ácido nitroso regeneran el ácido liberándose nitrógeno:

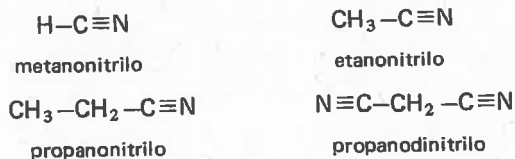


Los *nitrilos* proceden, como hemos visto, de la deshidratación de las amidas:

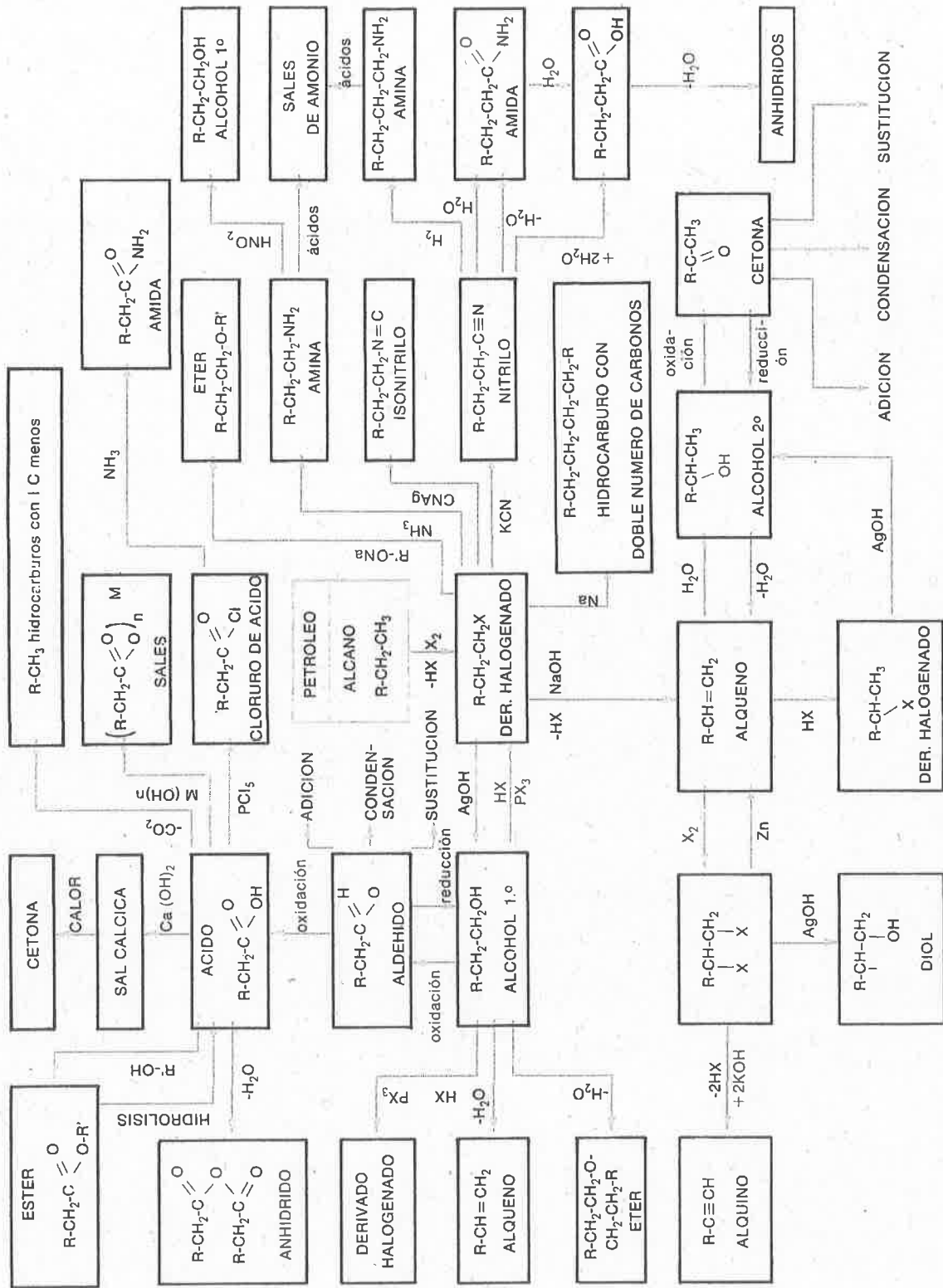


apareciendo su grupo funcional característico: $-\text{C}\equiv\text{N}$

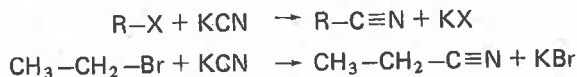
Ejemplos:



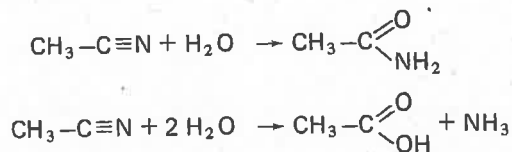
CUADRO DE SINTESIS ORGANICA



Dichas funciones se pueden obtener, también, por reacción entre un haloalcano y cianuro de potasio (KCN):



La hidrólisis parcial o total de estas sustancias conduce a amidas o ácidos, respectivamente:



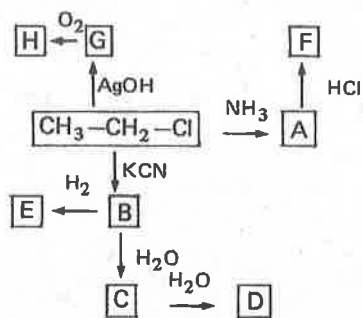
El más característico de los nitrilos es el $H-C\equiv N$, metano-nitrilo o ácido cianhídrico, dado su carácter tóxico (cámaras de gas americanas). Es una sustancia ácida que al reaccionar con bases conduce a los *cianuros*, productos de alto carácter venenoso:



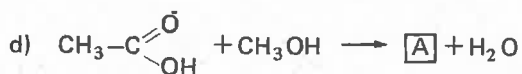
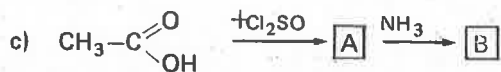
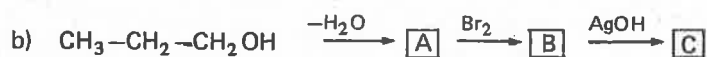
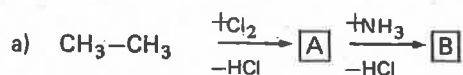
EJERCICIOS DE RECAPITULACION

- 2 Formular: etanol; propanol-1; butanol-2; 2-metil-butanol-1; 2-metil-propanol-2; 2-metil-pentanol-3; propanal; 2-cloro-propano-butanona; pentanodiona; 2,4, butanoico; 2-bromo-propanoico; etanoato de metilo; cloruro de propanoilo; dietilamina; dimetil-n-propil-amina; propano-amida; ácido tricloroacético; butanonitrilo; yoduro de propilo; 2-cloro-propano-nitrilo; dipropil éter.
- 3 Completar las siguientes ecuaciones:
 - a) propeno + agua \rightarrow
 - b) propanol-2 + oxígeno \rightarrow
 - c) propanol-1 + oxígeno \rightarrow
 - d) yoduro de propilo + amoníaco \rightarrow
 - e) ácido fórmico + etanol \rightarrow
 - f) propanol-1 + agua \rightarrow
 - g) propanona + hidrógeno \rightarrow
 - g) propanona + hidrógeno \rightarrow
 - h) propanal + hidroxilamina \rightarrow
 - i) propanona + pentacloruro de fósforo \rightarrow
 - j) ácido acético + hidróxido de potasio \rightarrow
 - k) ácido acético + cloruro de tionilo \rightarrow
 - l) cloruro de acetilo + acetato de sodio \rightarrow
- 4 A partir del bromuro de etilo como única sustancia orgánica obtener:
 - a) eteno, b) etanol, c) etanal, d) etanoico, e) etilamina, f) etoxietano.

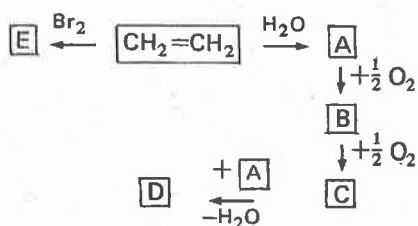
5 Completa el siguiente cuadro



6 Indica la naturaleza de los productos indicados en cada serie de transformaciones



7 Indica el nombre y la fórmula de los productos A, B, C, D y E



8 Indica la naturaleza de los productos indicados en cada recuadro y escribe por separado cada una de las reacciones:

