

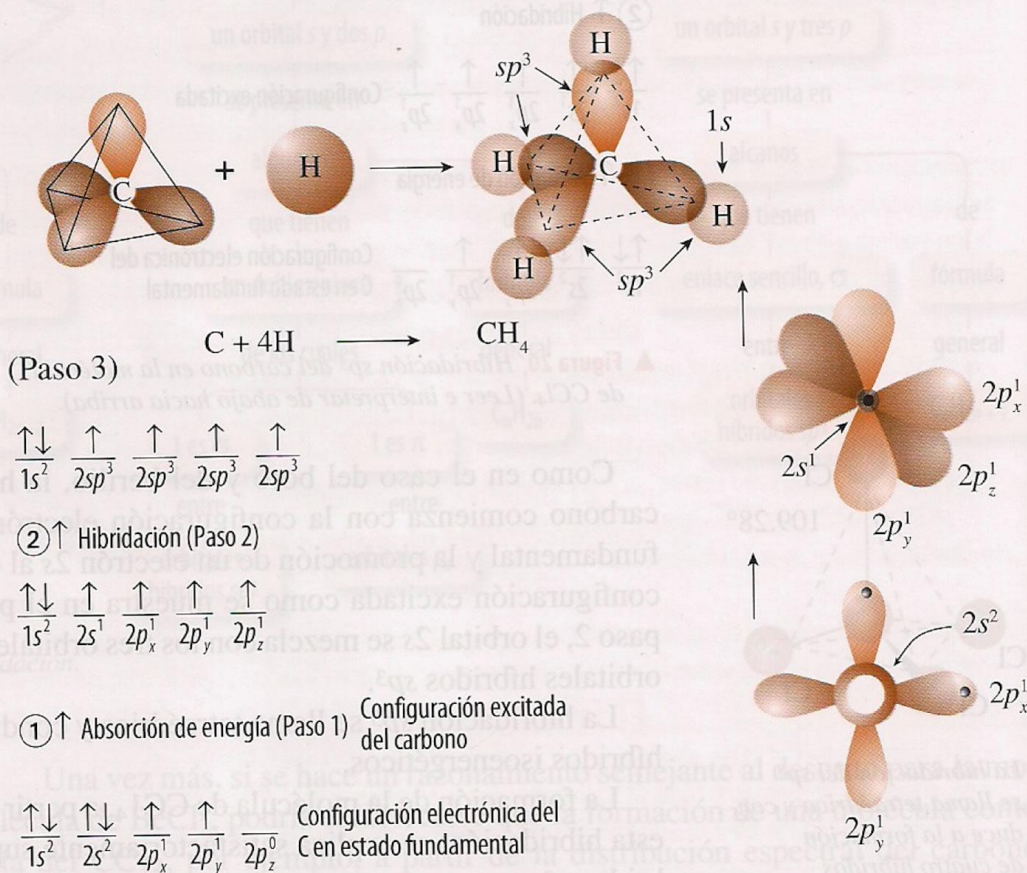
## La hibridación del átomo de carbono en los hidrocarburos

El carbono y el hidrógeno forman una serie de compuestos binarios que en su conjunto se llaman hidrocarburos. El estudio de los hidrocarburos, y en general de todos los compuestos del carbono, es el objeto de la química orgánica.

El carbono en sus compuestos presenta los tres tipos de hibridación y, con base en este concepto, explica adecuadamente la formación de enlaces sencillos, dobles y triples.

### La molécula de metano (CH<sub>4</sub>) y la formación de enlaces sencillos

La notación espectral del carbono en su estado fundamental, la formación de la molécula de metano con una estructura tetraédrica, sus cuatro enlaces iguales y sus ángulos de enlace iguales a 109.28°, se explican en la figura 22.



La molécula de metano se forma por superposición de los orbitales 1s de cuatro átomos de hidrógeno sobre los cuatro orbitales sp<sup>3</sup> del átomo de carbono.

▲ **Figura 22** Hibridación sp<sup>3</sup> del carbono para la formación de la molécula de CH<sub>4</sub>. (Leer e interpretar de abajo hacia arriba).

En el primer paso, se produce una promoción de un electrón del orbital 2s al orbital 2p<sub>z</sub> y se obtiene la del carbono con cuatro electrones desapareados.

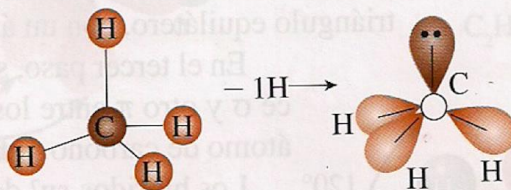
En el segundo paso, los orbitales 2s y 2p del carbono se combinan entre sí para formar cuatro híbridos 2sp<sup>3</sup> isoenergéticos, orientados hacia los vértices de un tetraedro regular, en el que el ángulo de separación es 109.28°.

En el tercer paso, se produce la formación de enlaces σ por la superposición de los orbitales 1s con un electrón de cada hidrógeno sobre los híbridos sp<sup>3</sup> del átomo de carbono para dar como resultado la molécula de CH<sub>4</sub>.

El metano es el primer compuesto de una serie de hidrocarburos conocidos como alcanos, en los que el carbono presenta la hibridación sp<sup>3</sup>, que es el componente del gas natural.

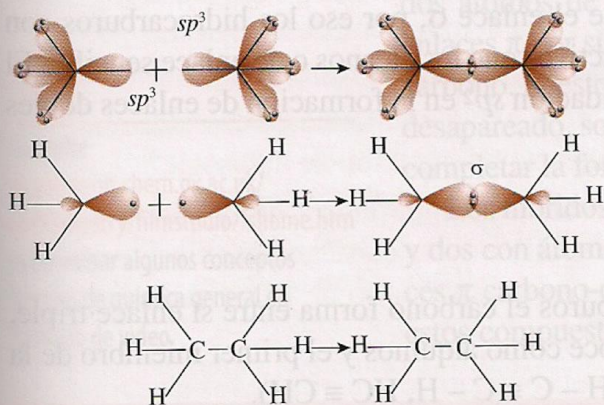
El segundo término de la serie de los alcanos es el etano ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ ). La estructura de este compuesto puede considerarse formada por la unión de dos moléculas de metano, cada una de las cuales ha perdido un hidrógeno.

Al perder un hidrógeno, la molécula de metano queda convertida en un radical metilo.



En el radical metilo, un orbital híbrido  $sp^3$  tiene un electrón desapareado; cuando un radical metilo se encuentra frente a otro, los dos híbridos  $sp^3$  con electrones desapareados se superponen y forman un enlace  $\sigma$  carbono-carbono ( $\text{C} - \text{C}$ ). Puesto que la molécula de metano es tetraédrica, la molécula de etano puede considerarse formada por dos tetraedros unidos por el vértice.

En los alcanos todos los enlaces son  $\sigma$ , es decir, se forman por superposición frontal de orbitales. Los enlaces sigma son fuertes y difíciles de romper, por tanto, los alcanos son compuestos poco reactivos y muy estables por lo que se les llama parafinas.

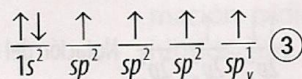
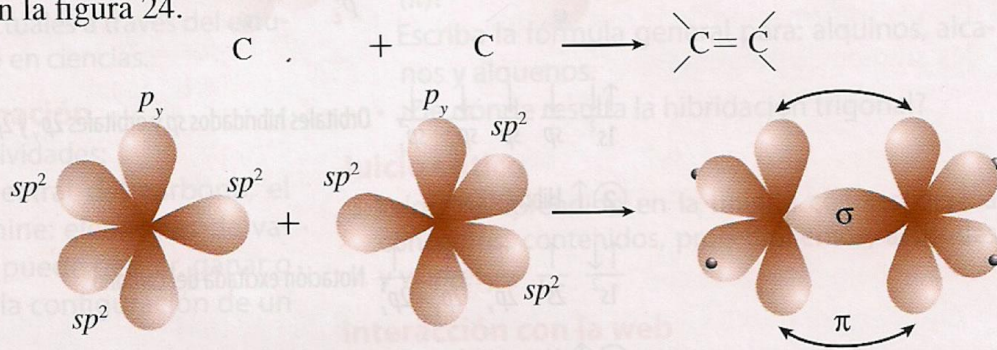


▲ **Figura 23** En la formación de una molécula de etano ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ ) se presenta un enlace  $\sigma$  carbono-carbono por superposición de dos híbridos  $sp^3$  de cada carbono.

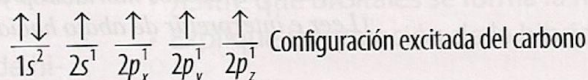
## La molécula de eteno

El carbono también forma otra serie de compuestos binarios con el hidrógeno, en los que se presenta un doble enlace carbono-carbono. El primer miembro de esta serie es el eteno ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ).

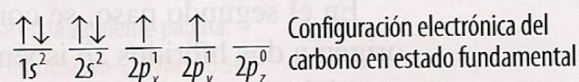
La formación del doble enlace en la molécula de este compuesto se explica en la figura 24.



② ↑ Hibridación



① ↑ Absorción de energía



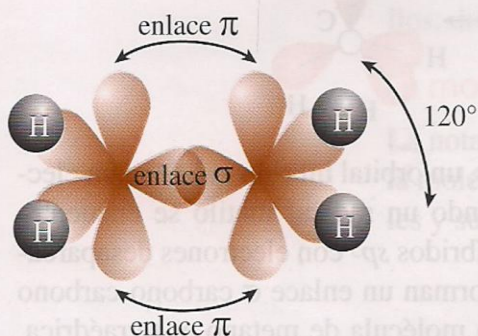
► **Figura 24** En la hibridación  $sp^2$  del átomo de carbono se combinan un orbital  $2s$  con dos orbitales  $2p$  para formar tres híbridos  $sp^2$  y queda el orbital  $2p_y$  libre. (Leer e interpretar de abajo hacia arriba).

En el primer paso, se produce el desapareamiento de los electrones 2s del carbono y la promoción de un electrón al orbital 2p<sub>z</sub>, con lo que se obtiene la notación excitada para el átomo de carbono.

En el segundo paso, los orbitales 2s, 2p<sub>x</sub> y 2p<sub>z</sub> se combinan entre sí para formar tres híbridos sp<sup>2</sup> isoenergéticos orientados hacia los vértices de un triángulo equilátero, con un ángulo de separación entre ellos de 120°.

En el tercer paso, se produce la formación de enlaces, así: un enlace σ y otro π entre los átomos de carbono y dos enlaces σ entre cada átomo de carbono y dos hidrógenos, como se ilustra en la figura 25.

Los híbridos sp<sup>2</sup> de los átomos de carbono forman enlaces σ y los orbitales 2p<sub>y</sub> libres forman el enlace π entre los carbonos. El enlace π es débil, más débil que el enlace σ, por eso los hidrocarburos con enlace doble son más reactivos que los alcanos o de enlace sencillo. El carbono presenta la hibridación sp<sup>2</sup> en la formación de enlaces dobles en los alquenos.

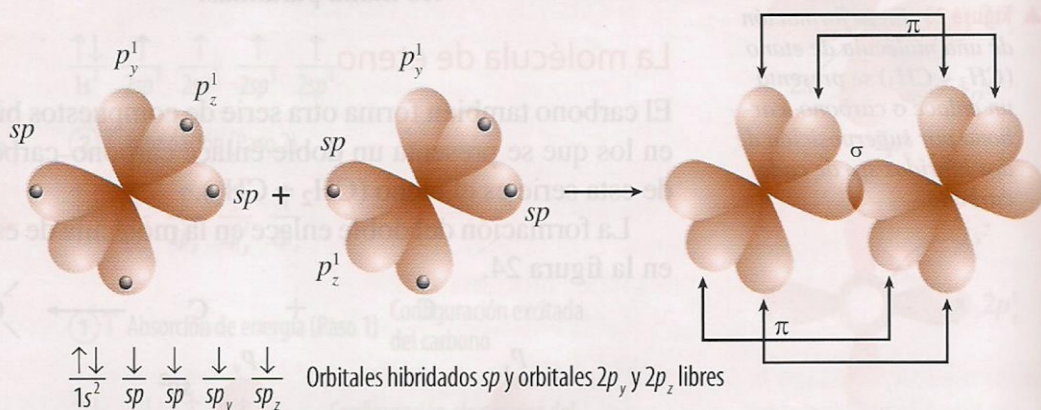


▲ **Figura 25** Formación del enlace doble en la molécula de eteno.

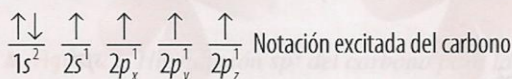
### La molécula de etino

En una tercera serie de hidrocarburos el carbono forma entre sí enlace triple. Esta serie de compuestos se conoce como alquinos y el primer miembro de la serie se llama etino o acetileno (H – C ≡ C – H, HC ≡ CH).

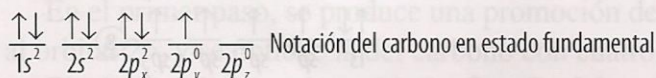
La formación del enlace triple se explica mediante la figura 26.



② ↑ Hibridación



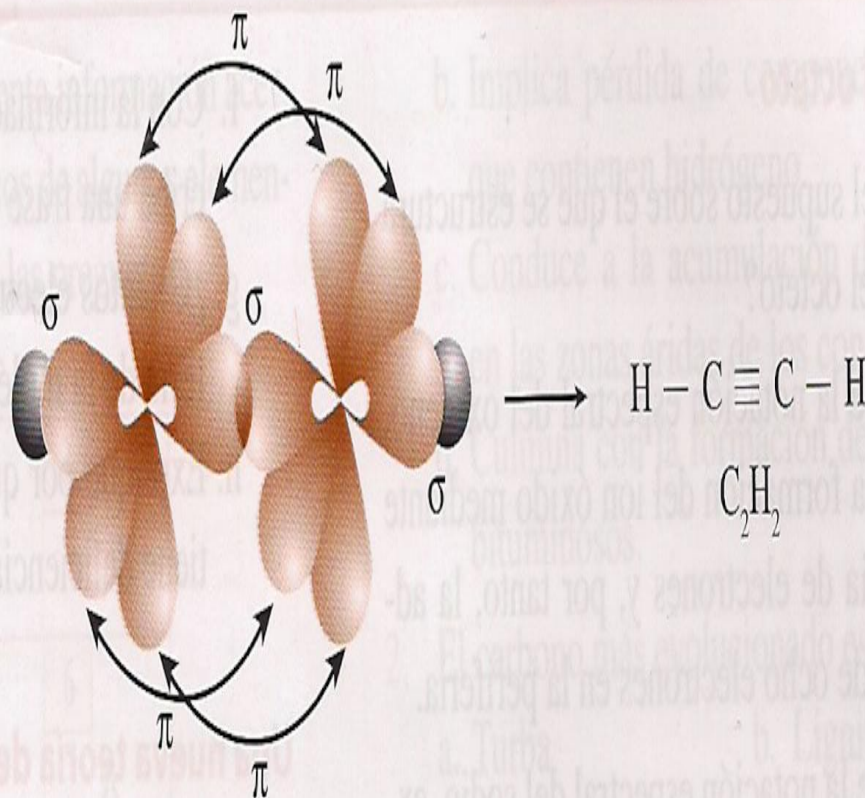
① ↑ Absorción de energía



▲ **Figura 26** En la hibridación sp del átomo de carbono se combina un orbital 2s y un orbital 2p<sub>x</sub> para formar dos híbridos sp y quedan libres los orbitales 2p<sub>y</sub> y 2p<sub>z</sub>. (Leer e interpretar de abajo hacia arriba).

En el primer paso, se desaparea el orbital 2s<sup>2</sup> y se promueve un electrón al orbital 2p<sub>z</sub>, para obtener la notación excitada del carbono.

En el segundo paso, se combina el orbital 2s con un orbital 2p<sub>x</sub>, para dar origen a dos híbridos sp isoenergéticos y lineales, esto es, separados 180° el uno del otro, con lo que quedan libres los orbitales 2p<sub>y</sub> y 2p<sub>z</sub> del carbono.



► **Figura 27** Formación de un enlace triple en la molécula de etino o acetileno.

En el tercer paso se produce la formación de enlaces, así: un enlace  $\sigma$  entre dos átomos de carbono, por superposición frontal de dos híbridos  $sp$ , y dos enlaces  $\pi$  por superposición paralela de los orbitales  $2p_y$  y  $2p_z$  de los átomos de carbono. Puesto que a cada carbono le queda aún un híbrido  $sp$ , con un electrón desapareado, sobre cada uno de ellos se superpone un átomo de hidrógeno para completar la formación de los enlaces, como se ilustra en la figura 27.

Los híbridos  $sp$  se emplean para formar tres enlaces  $\sigma$ , uno carbono-carbono y dos con átomos de hidrógeno. Los orbitales libres  $2p_y$  y  $2p_z$  forman dos enlaces  $\pi$  carbono-carbono. La presencia de dos enlaces  $\pi$  en los alquinos hace de estos compuestos una serie muy reactiva. Químicamente, el átomo de carbono

Consulte

[www.neon.chem.ox.ac.uk/](http://www.neon.chem.ox.ac.uk/)

[www.chemistry/filmstudio/fshome.htm](http://www.chemistry/filmstudio/fshome.htm)

para revisar algunos conceptos

básicos de química general en

formato de video.