

trónica.

Conclusión

posee un doble enlace

posee un triple enlace

posee un ciclo

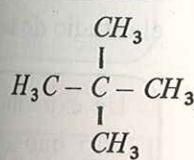
posee 3 enlaces dobles y un
único enlace simple.

posee un enlace doble.

los enlaces son sencillos.

10
el carbono, una de
midos a él y la segunda de

los pueden ser primarios,
segundo del número de áto-
mico considerado. El primario se
desarrolla, ejemplos:



El carbono central
es cuaternario

Todos los carbonos laterales, en estos ejemplos, son primarios.

- B. De acuerdo a la hibridación que presenta el átomo de carbono en sus compuestos: si todos sus enlaces son simples su hibridación es sp^3 , si posee un doble enlace es sp^2 , cuando posee un triple enlace es sp , si posee dos dobles enlaces también es sp .

origen del concepto de hibridación

La introducción del concepto de hibridación se hizo necesaria, ya que con la distribución electrónica original, o básica, no se podían explicar algunos hechos como: número de enlaces formados por algunos elementos, la longitud de los enlaces y la forma y polaridad de las moléculas que se originan de esas uniones.

Como la hibridación es una combinación de orbitales atómicos, en el mismo átomo; para describir esas combinaciones es necesario conocer las características de los orbitales s y p .

Los orbitales s son de forma esférica y por lo tanto no orientados con relación a los 3 ejes cartesianos; figura 3.3.

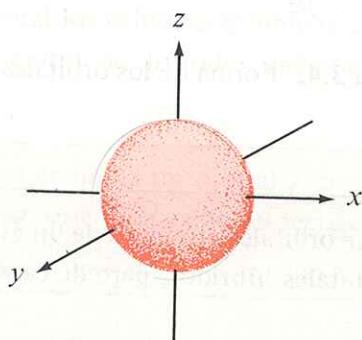
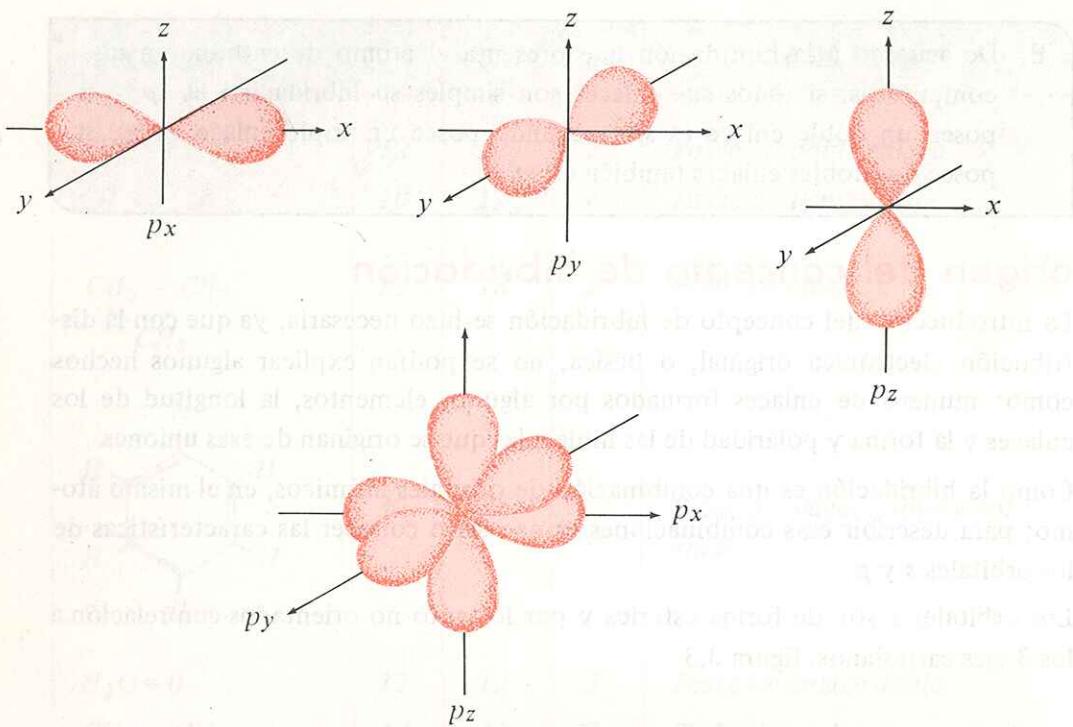


Figura 3.3. Forma de los orbitales s .

Los orbitales p tienen la forma indicada en las figuras 3.4 como dos lóbulos orientados a lo largo de los ejes. Existen por consiguiente orbitales atómicos p orientados en el eje x denominados p_x , p orientados en y (p_y) y p orientados a lo largo del eje z , (p_z), ver fig. 3.4.

Uno sabe que ha leído un buen libro cuando al llegar a la última página, siente como si hubiera perdido a un buen amigo.

Tabla 3.1. Formas de los orbitales p.

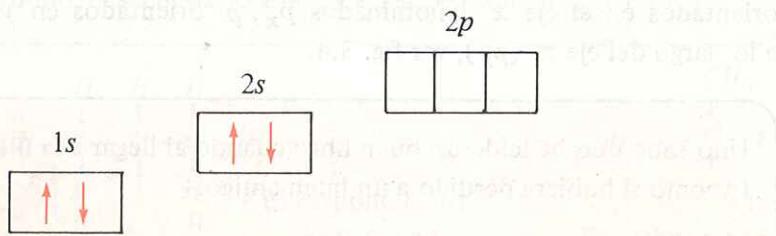
Figura 3.4. Forma de los orbitales p .

hibridación

Es el proceso de combinar orbitales atómicos de un átomo con el fin de producir igual número de orbitales híbridos, pero de características diferentes a los originales.

El concepto de hibridación se puede explicar a través de la siguiente secuencia de ejemplos:

- a. El berilio de número atómico 4 tiene la siguiente distribución electrónica.



De acuerdo a la teoría de los orbitales atómicos, el berilio debe tener dos orbitales. De acuerdo con la teoría de los orbitales atómicos, sin embargo, el berilio tiene tres orbitales. Por tanto, para explicar la existencia de tres orbitales en el berilio, se ha propuesto la teoría de la hibridación eletrónica.

Si el berilio fuese un elemento que tuviera solo dos orbitales, uno sería aparentemente un orbital de enlace y el otro originaría doble enlace. Con el desarrollo de la teoría de la hibridación, se ha visto que el berilio es capaz de formar igual número de enlaces que en sus propiedades.

En el caso de los elementos que tienen más de dos orbitales híbridos, véase Fig. 3.5b.

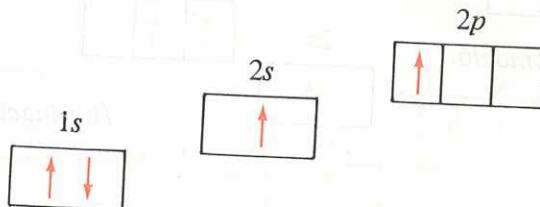
a. Be

1s



Figura 3.5. a. Hibridación sp . b. Hibridación sp en el berilio en la molécula BeH_2 .

De acuerdo a la teoría del enlace valencia, para combinarse un elemento debe tener electrones desapareados, en número igual al de los enlaces formados. De acuerdo a esta distribución electrónica, el berilio no formaría enlaces, sin embargo, el berilio forma dos enlaces en todos sus compuestos; y por lo tanto, para que el berilio logre poseer dos electrones desapareados en su distribución electrónica, debe existir promoción, o excitación, electrónica desde el subnivel $2s$ hasta el subnivel $2p$:



Si el berilio formara dos enlaces, por ejemplo, con dos átomos de hidrógeno, uno sería apareando un electrón $2s$ y el otro apareando un electrón $2p$ lo que originaría dos enlaces diferentes. Experimentalmente los enlaces entre el Be y cualquier elemento son iguales en propiedades como longitud y energía de enlace. Con el objeto de explicar este hecho real, se ha recurrido a la teoría de la hibridación, según la cual los orbitales atómicos diferentes, se combinan para formar igual número de orbitales híbridos, cada uno de ellos, igual a los demás en sus propiedades.

En el caso del berilio se combina un orbital s con un orbital p produciendo dos orbitales híbridos sp , orientados uno respecto al otro en ángulo de 180° . Fig. 3.5b.

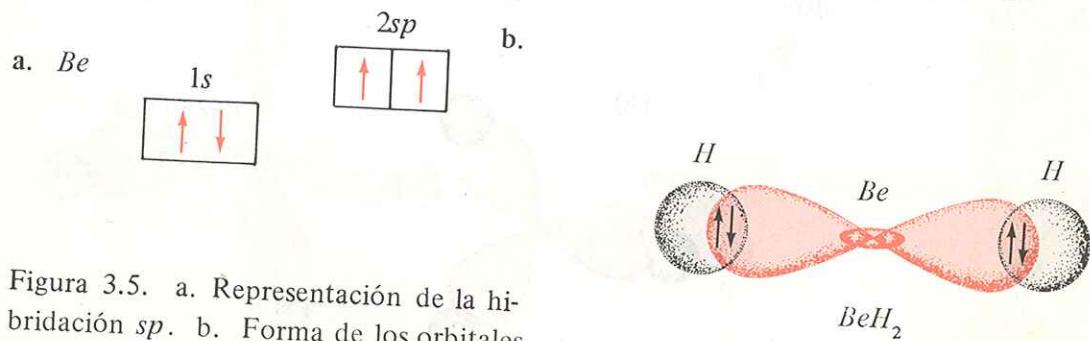
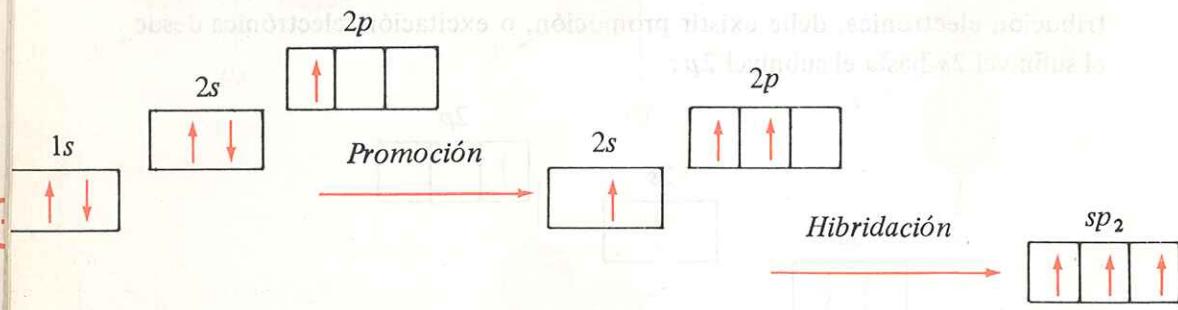


Figura 3.5. a. Representación de la hibridación sp . b. Forma de los orbitales sp en el berilio y representación de la molécula BeH_2 .

b. El boro, de número atómico 5, solo posee un electrón desapareado en su distribución electrónica, sin embargo forma 3 enlaces en todos sus compuestos. Para el boro, al igual que para el berilio, también hay necesidad de considerar la promoción electrónica y luego la hibridación:



Como existe combinación, o hibridación, de un orbital s con dos orbitales p , resultan 3 orbitales híbridos sp^2 , (ver figura 3.6a) situados sobre un plano y separados entre si por ángulos de 120° .

Si el boro se combina con el hidrógeno formará la molécula BH_3 , que será triangular planar, al igual que la hibridación correspondiente del boro.

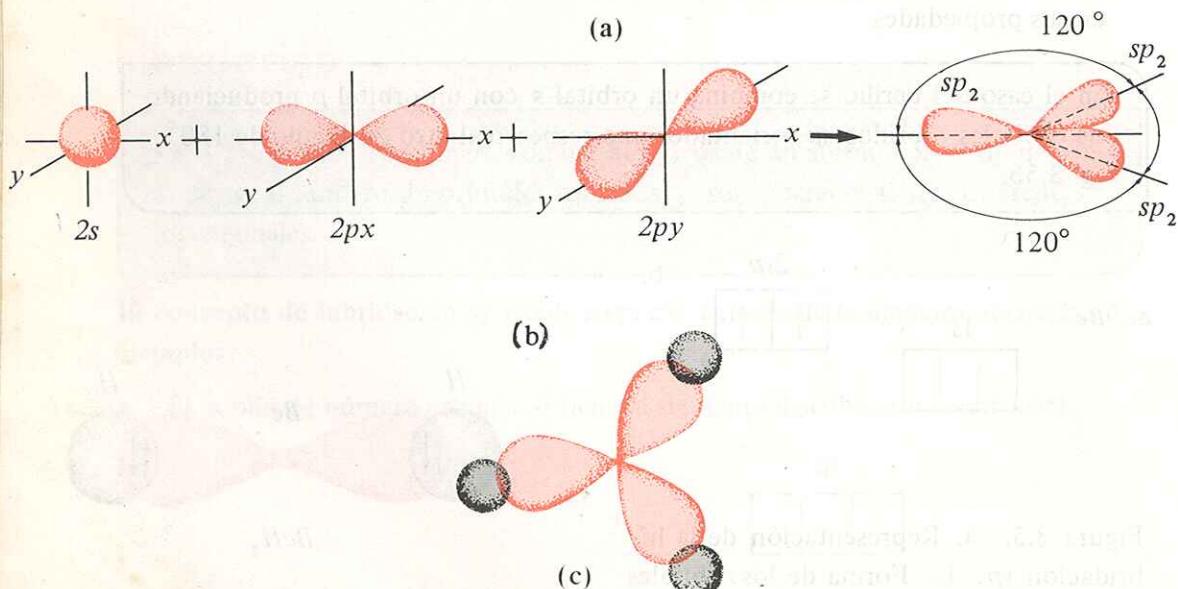
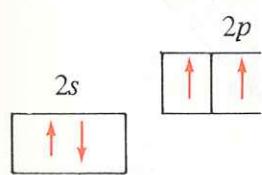


Figura 3.6. a. Representación de la hibridación sp^2 en boro. b. de la molécula BH_3 en estado gaseoso. c. representación del origen de los orbitales híbridos sp^2 .

c. El carbono d

De acuerdo a
ciría la molécula
ma 4 enlaces;
a la promoción



Como en el carbono 4 orbitales aparecen, por ejemplo, la molécula de hidrógeno. En todos los compuestos, posee hidrógeno. Fig. 3.

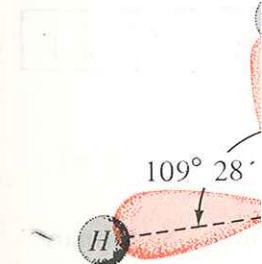


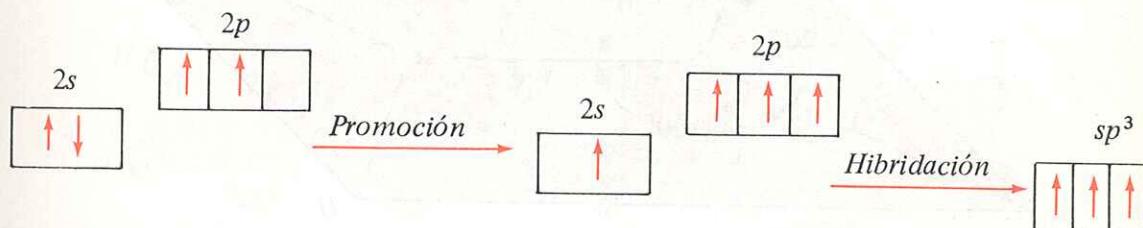
Figura 3.7. En molécula de CH_4 el carbono tiene

rón desaparecido en su dis-
en todos sus compuestos.
ay necesidad de considerar

c. El carbono de número atómico 6 tiene la siguiente distribución electrónica:

$$1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^2$$

De acuerdo a esta distribución electrónica sólo formaría dos enlaces y produciría la molécula estable CH_2 , pero el carbono en todos sus compuestos forma 4 enlaces; para explicar este hecho se recurre, como en los casos anteriores, a la promoción electrónica y luego a la hibridación.



Como en el caso anterior, se combinan 3 orbitales p con un orbital s , se forman 4 orbitales híbridos sp^3 , orientados hacia los cuatro vértices de un tetrahedro regular y cada orbital híbrido sp^3 poseerá un electrón, que podrá aparear, por ejemplo, con un electrón de un átomo de hidrógeno, formándose la molécula CH_4 , que es de forma tetrahedral.

En todos los compuestos de carbono donde este elemento posea enlaces simples, posee hibridación sp^3 y la forma del carbono correspondiente es tetrahedral. Fig. 3.7.

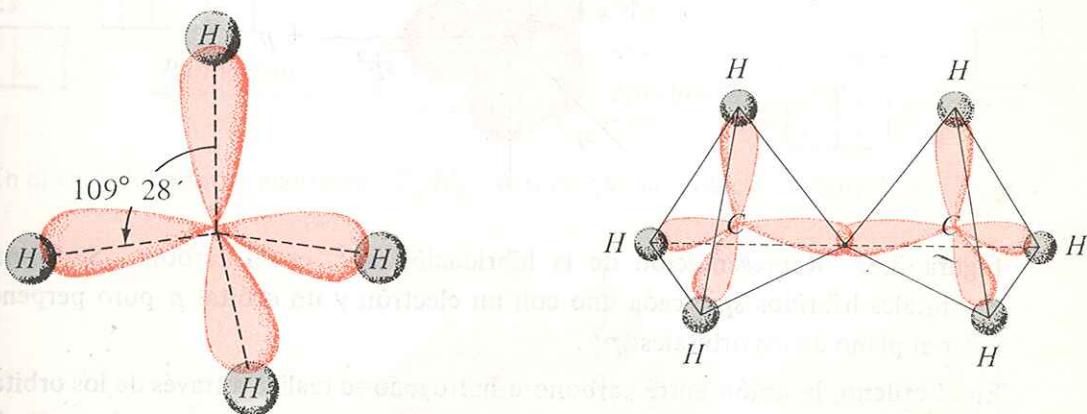
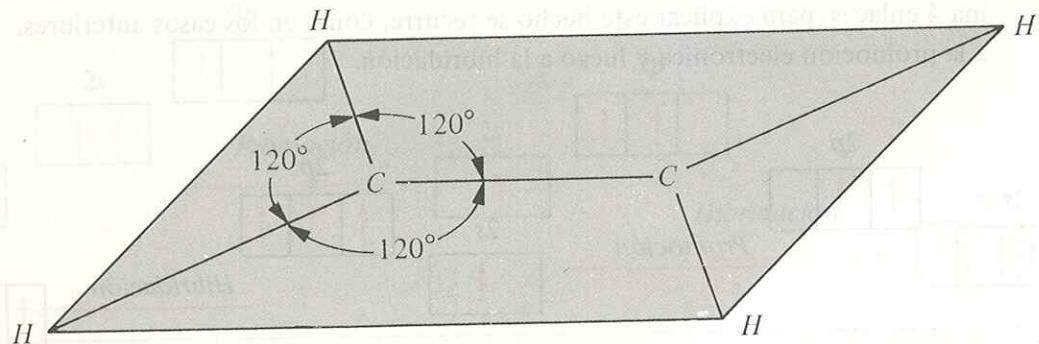


Figura 3.7. En el metano (CH_4) el átomo de carbono es tetrahedral y también la molécula de CH_4 . En el etano, y en todos sus compuestos donde forme 4 enlaces, el carbono tiene forma tetrahedral.

Dependiendo del enlace, el carbono presenta otros dos tipos de hibridación, la sp^2 y la sp . A continuación se analizará la necesidad de ellas para explicar el comportamiento del carbono en sus compuestos.

Se sabe experimentalmente que en el etileno (C_2H_4) los 4 átomos de hidrógeno y los dos de carbono están en el mismo plano formando ángulos de 120° :



Se considera que en todos los compuestos donde el carbono posea enlaces dobles, los carbonos sobre los cuales esfíe situado este enlace poseen hibridación sp^2 ; en este caso cada átomo posee 3 orbitales híbridos sp^2 cada uno con 1 electrón, el cuarto electrón del último nivel de energía del C se encuentra en el orbital p que no hibridó, el cual se encuentra perpendicular al plano de los orbitales sp^2 , figura 3.8.

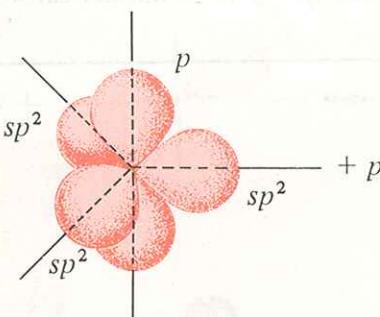


Figura 3.8. Representación de la hibridación sp^2 en el carbono. Se forman 3 orbitales híbridos sp^2 cada uno con un electrón y un orbital p puro perpendicular al plano de los orbitales sp^2 .

En el etileno, la unión entre carbono e hidrógeno se realiza a través de los orbitales sp^2 del carbono y los orbitales s del hidrógeno. La doble unión entre los carbonos ocurre al superponerse un orbital sp^2 de un átomo con un sp^2 del otro y simultáneamente los p puros, como se muestra en la figura 3.9.

La superposición de enlace o de sión se puede d enlace pi.

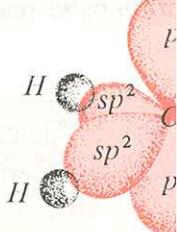
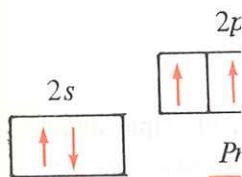


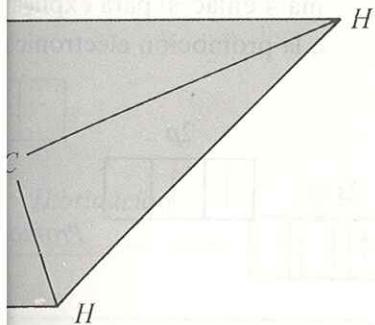
Figura 3.9. El d posición de orbitales p , que forman el enlace pi.

La hibridación s de hibridación:



En el caso del e

os tipos de hibridación, la sp^2 e ellas para explicar el comportamiento de los 4 átomos de hidrógeno en ángulos de 120° :



carbono posea enlaces dobles, poseen hibridación sp^2 ; en cada uno con 1 electrón, el encuentra en el orbital p que uno de los orbitales sp^2 , figura

La superposición entre orbitales p se denomina enlace pi (π); los demás tipos de enlace o de superposición, se denominan enlace sigma (σ). Como conclusión se puede decir que en todo enlace doble existe un enlace sigma y un enlace pi.

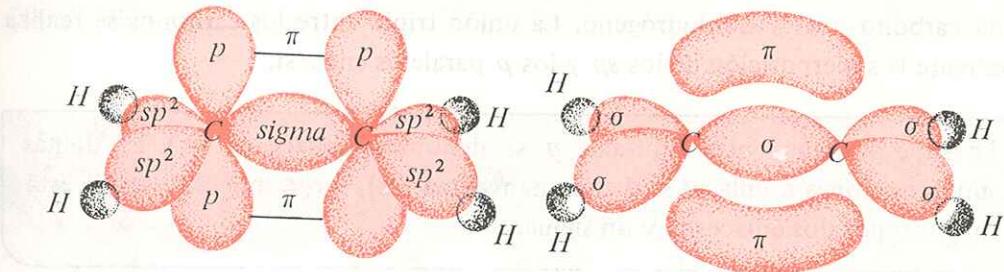
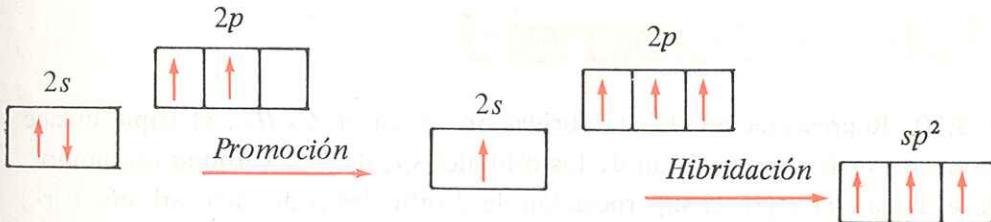
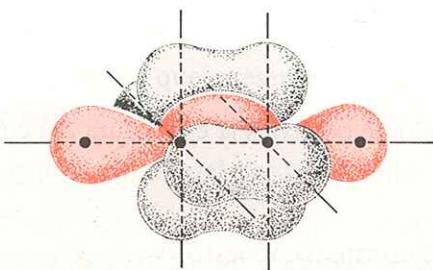


Figura 3.9. El doble enlace, en los compuestos de carbono, se forma por la superposición de orbitales sp^2 , que forman el enlace sigma (σ), y por la de orbitales p , que forman el enlace pi (π).

La hibridación sp^2 también consta de las etapas de promoción electrónica y luego de hibridación:



En el caso del etino o acetileno (C_2H_2) se sabe que la molécula es lineal:



En todos los compuestos donde el carbono posea un triple enlace, los átomos correspondientes poseen hibridación sp , en este caso cada átomo posee dos orbitales híbridos sp , cada uno con un electrón, los otros dos electrones del último nivel del carbono se encuentran en los dos orbitales p puros y cuyos ejes son perpendiculares entre sí y con los híbridos sp . Figura 3.10.

La unión entre el carbono y el hidrógeno se realiza a través de un orbital sp de cada carbono y el s del hidrógeno. La unión triple entre los carbonos se realiza mediante la superposición de los sp y los p paralelos entre sí.

La superposición entre orbitales p se denomina enlace pi (π), las demás superposiciones o enlaces se denominan sigma (σ), luego un enlace triple está formado por dos enlaces pi y un sigma.

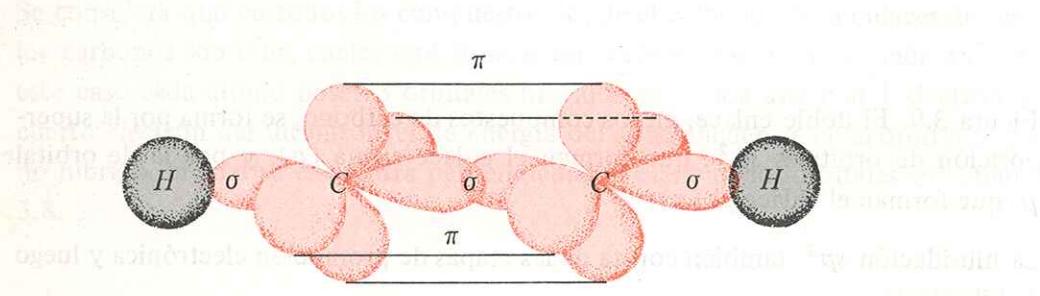


Figura 3.10. Representación de la hibridación sp en el C_2H_2 , el triple enlace está formado por la superposición de los orbitales sp , de cada carbono formando un enlace sigma (σ) y por la superposición de 2 orbitales p de cada carbono, formando dos enlaces pi (π).

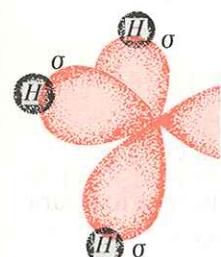
Ejemplo 7

Represente por medio de orbitales la estructura del compuesto $CH_3 - CH_2 - CHO$

Solución:

La estructura básica de este compuesto es:

En los carbono sp^3 , tanto el enlace es sp^2 .



FALSO Y VERDADERO

Señale con F si

1. (✓) La t
2. (✗) El c
3. (✗) Un
4. (✓) El ú
5. (✗) La f