

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.

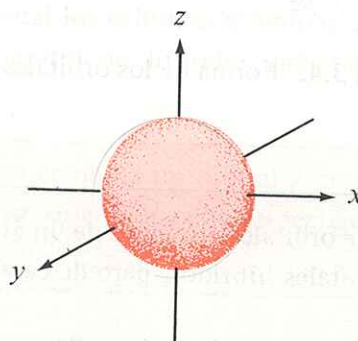


Figura 3.3. Forma de los orbitales s .

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.

Conclusión

Posee un doble enlace

Posee un triple enlace

Posee un ciclo

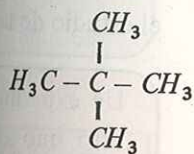
Posee 3 enlaces dobles y un

Posee un enlace doble.

Los enlaces son sencillos.

Como de carbono, una de
unidos a él y la segunda de-

nos pueden ser primarios,
ando del número de áto-
considerado. El primario se
ativamente, ejemplos:



El carbono central
es cuaternario

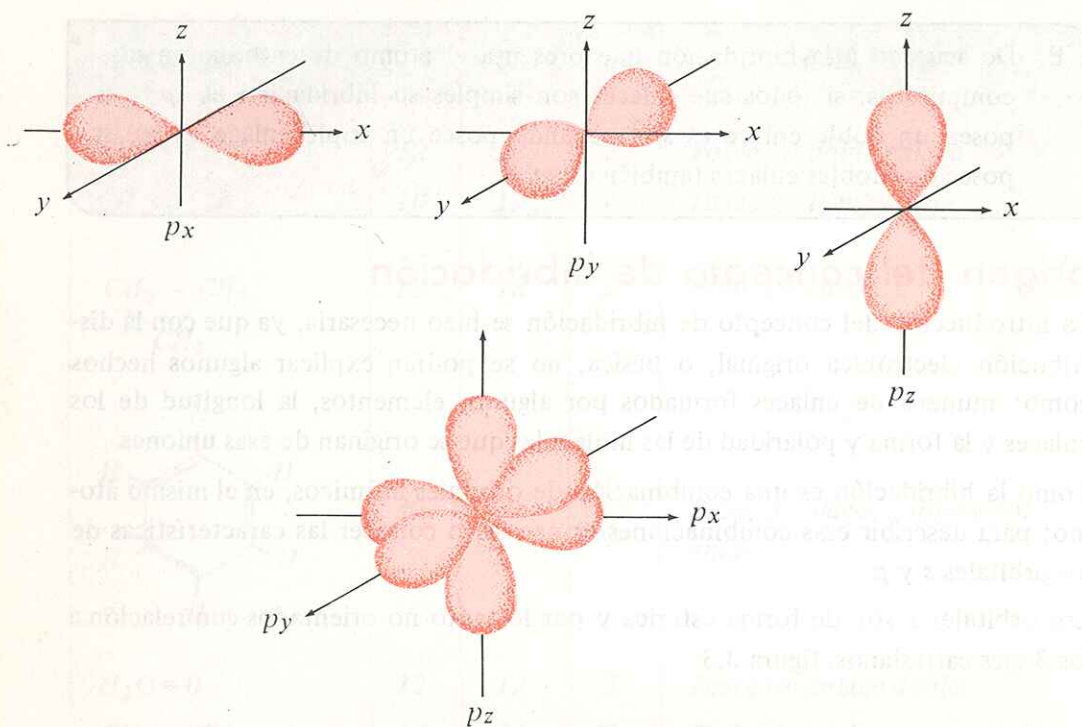


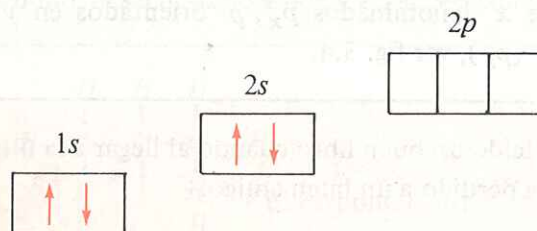
Figura 3.4. Forma de los orbitales p .

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
debe tener e
dos. De acue
sin embargo,
tanto, para c
tribución ele
el subnivel 2.

Si el berilio f
uno sería apa
originaría do
cualquier ele
lace. Con el c
hibridación, s
formar igual
en sus propie

En el caso de
dos orbitales h
Fig. 3.5b.

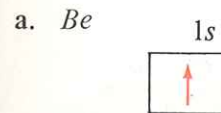
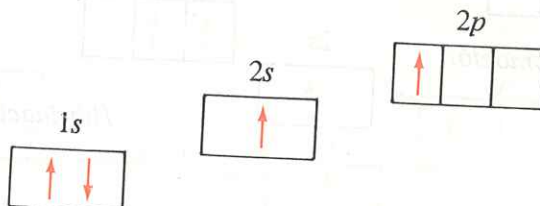


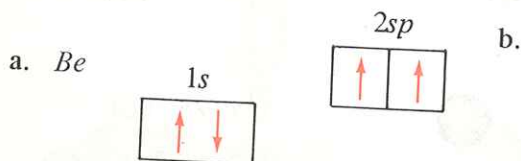
Figura 3.5. a.
bridación sp . b.
 sp en el berilio
molécula BeH_2 .

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.

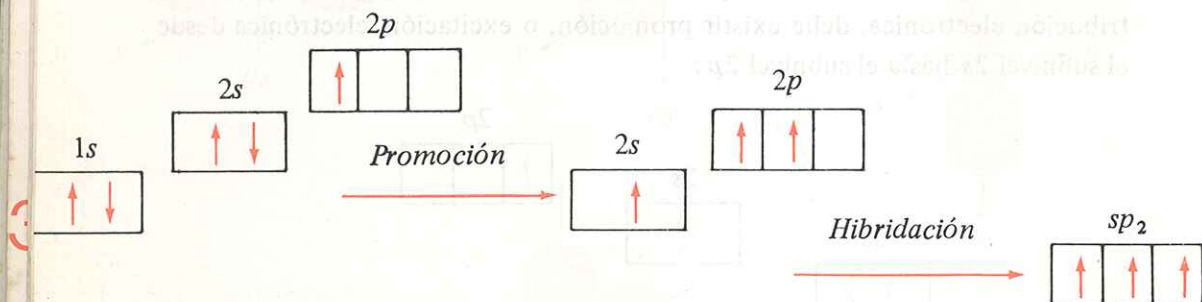


b.



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 sí 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.

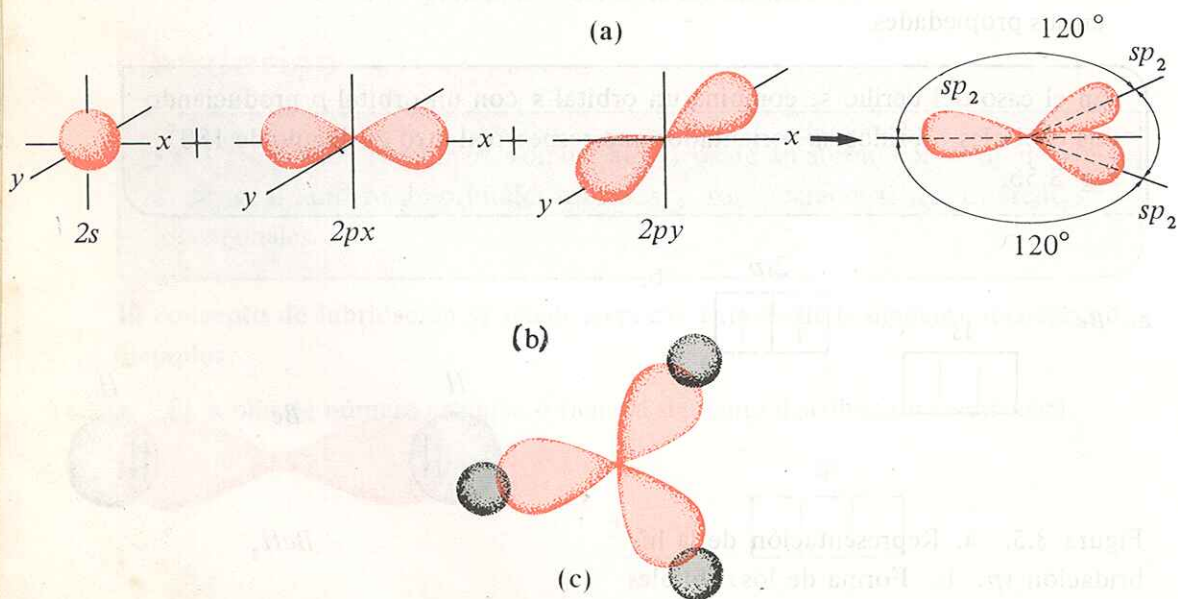
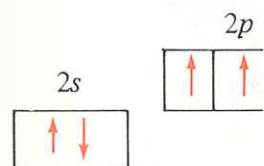


Figura 3.6. a. Representación de la hibridación sp^2 en boro. b. de la molécula BH_3 en estado gaseoso. c. representación del origen de los orbitales híbridos sp^2 .

- c. El carbono d

De acuerdo a
ciría la mole
ma 4 enlaces;
a la promoció



Como en el ca
man 4 orbitale
hedro regular
aparear, por e
se la molécula
En todos los c
ples, posee hib
hedral. Fig. 3.

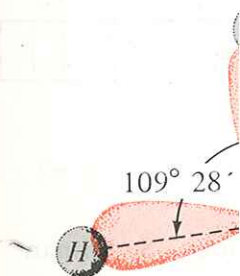
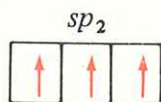


Figura 3.7. En
molécula de CH_4
el carbono tiene

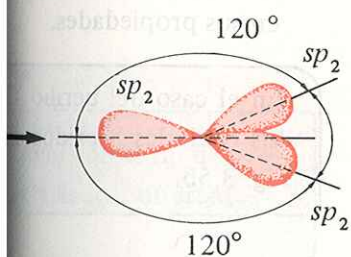
rón desapareado en su dis-
en todos sus compuestos.
ay necesidad de considerar

hibridación

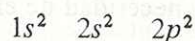


orbital s con dos orbi-
figura 3.6a) situados
 120° .

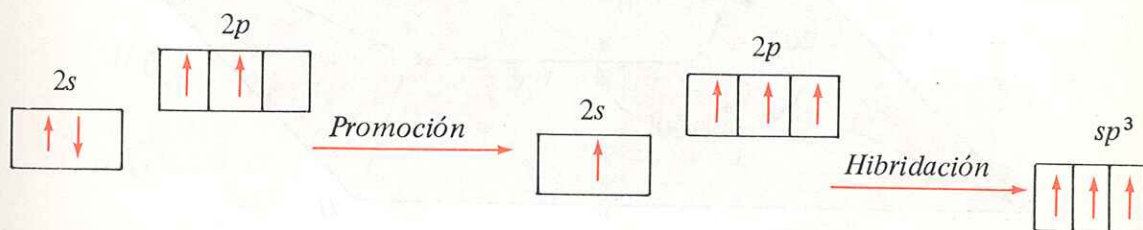
molécula BH_3 , que será trian-
del boro.



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



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 tetraedro regular y cada orbital híbrido sp^3 poseerá un electrón, que podrá aparear, por ejemplo, con un electrón de un átomo de hidrógeno, formando 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.

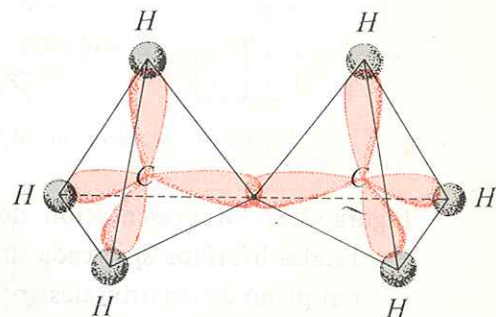
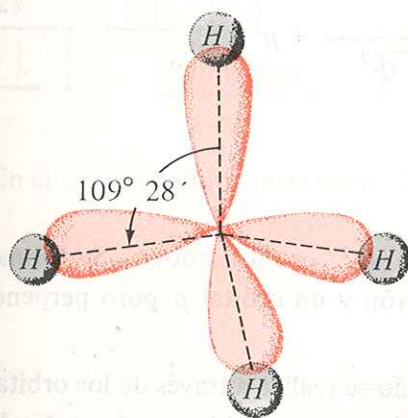
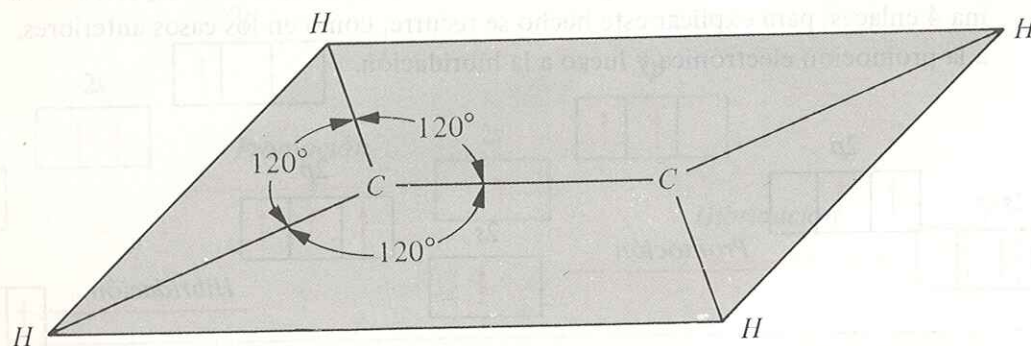


Figura 3.7. En el metano (CH_4) el átomo de carbono es tetrahedral y también la molécula de CH_4 . En el etano, y en todos sus compuestos donde forme 4 enlaces, el carbono tiene forma tetrahedral.

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 esté 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.

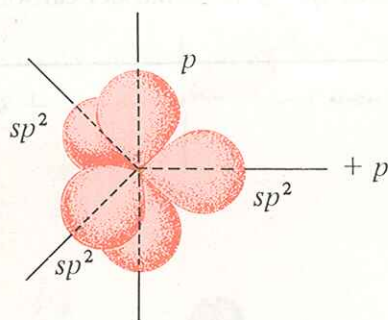


Figura 3.8. Representación de la hibridación sp^2 en el carbono. Se forman 3 orbitales híbridos sp^2 cada uno con un electrón y un orbital p puro perpendicular al plano de los orbitales sp^2 .

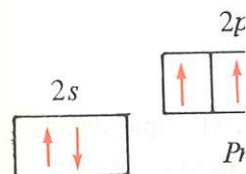
En el etileno, la unión entre carbono e hidrógeno se realiza a través de los orbitales sp^2 del carbono y los orbitales s del hidrógeno. La doble unión entre los carbonos ocurre al superponerse un orbital sp^2 de un átomo con un sp^2 del otro y simultáneamente los p puros, como se muestra en la figura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

La superposición de enlace o de σ se puede dar en el enlace π .



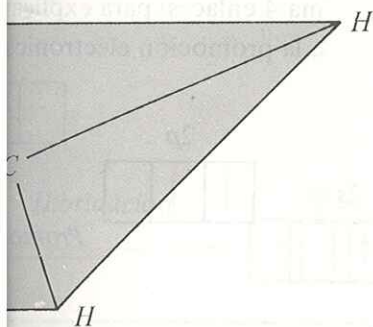
Figura 3.9. El diagrama de la superposición de orbitales p , que forman el enlace π .

La hibridación sp^2 se produce al tener un electrón en el orbital s y dos en los orbitales p de hibridación:



En el caso del e

os tipos de hibridación, la sp^2
ellas para explicar el compor-
(4) los 4 átomos de hidrógeno
ángulos de 120° :



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

+ p

sp^2 en el carbono. Se forman
y un orbital p puro perpendi-

se realiza a través de los orbita-
no. La doble unión entre los
un átomo con un sp^2 del otro
la figura 3.9.

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.

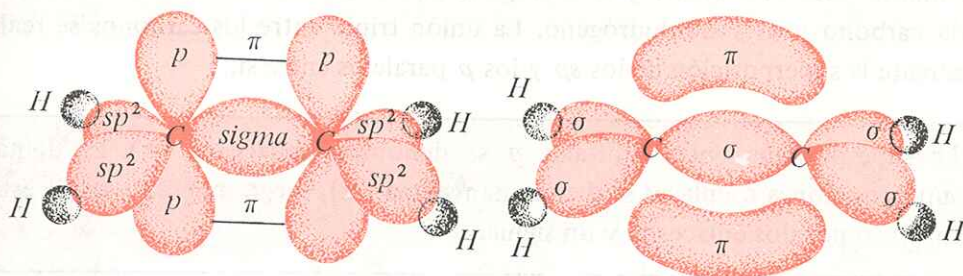
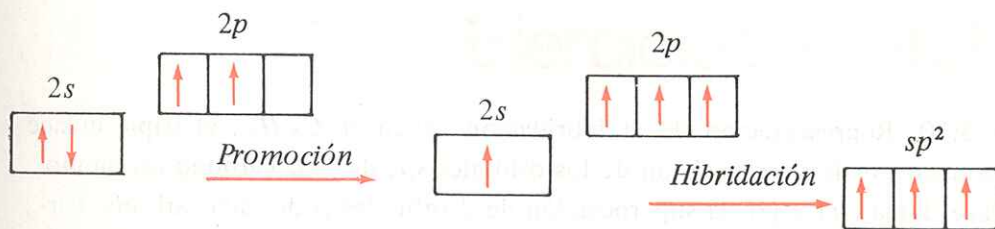
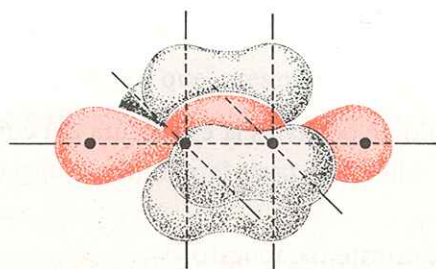


Figura 3.9. El doble enlace, en los compuestos de carbono, se forma por la superposición de orbitales sp^2 , que forman el enlace sigma (σ), y por la de orbitales p , que forman el enlace pi (π).

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.

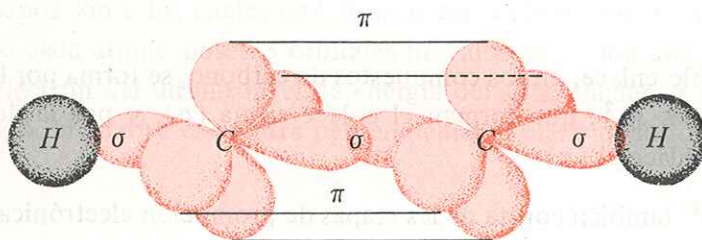


Figura 3.10. Representación de la hibridación sp en el C_2H_2 , el triple enlace está formado por la superposición de los orbitales sp , de cada carbono formando un enlace sigma (σ) y por la superposición de 2 orbitales p de cada carbono, formando dos enlaces pi (π).

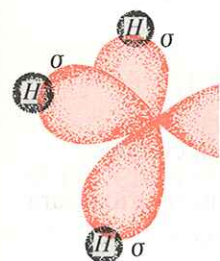
Ejemplo 7

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

Solución:

La estructura básica de este compuesto es:

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



FALSO Y VERDADERO

Señale con F si

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