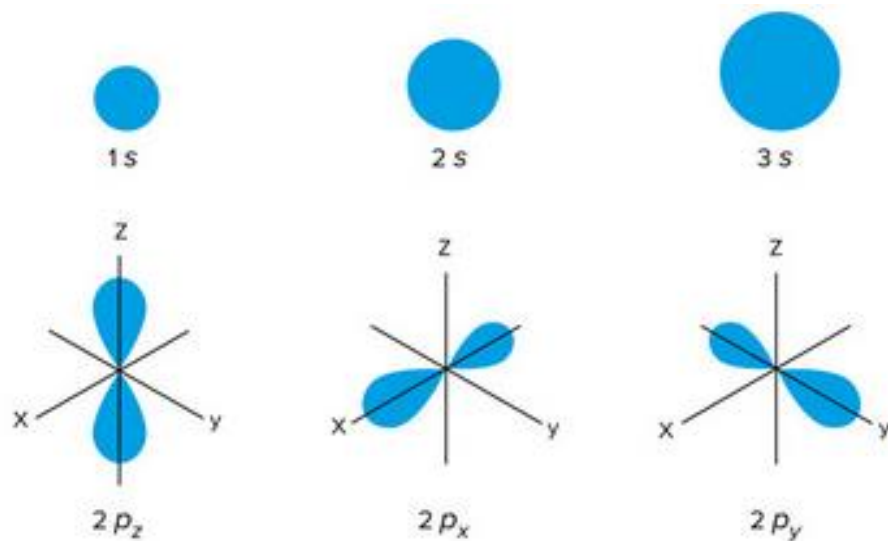


A close-up photograph of a soccer ball with black and white panels hitting a white goal net. The ball is caught in the net, and the background is a blurred crowd of spectators in a stadium.

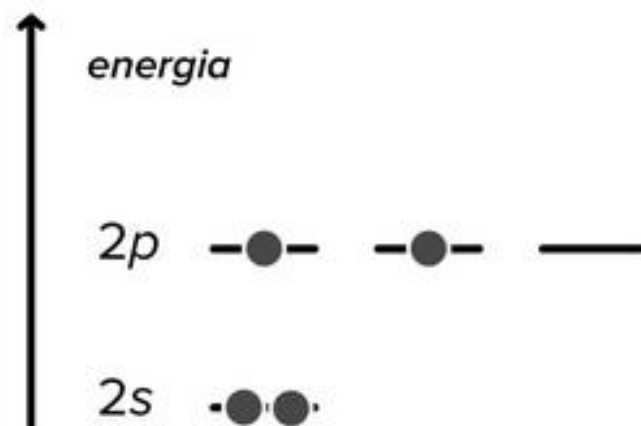
8. Hiiliatomi muodostaa kolmen- tyyppisiä sidoksia

Hiilen ulkoelektronirakenne

- Hiilen ulkoelektronirakenne kvanttimekaanisen atomimallin mukaan on $2s^2 2p^2$
 - Tiedetään, että vain 2p-orbitaalilla olevat elektronit ovat pariutumattomia
→ voisi ajatella, että hiili muodostaa vain kaksi sidosta, kun 2p-orbitaalien elektronit pariutuvat



s- ja p- orbitaalien muodot



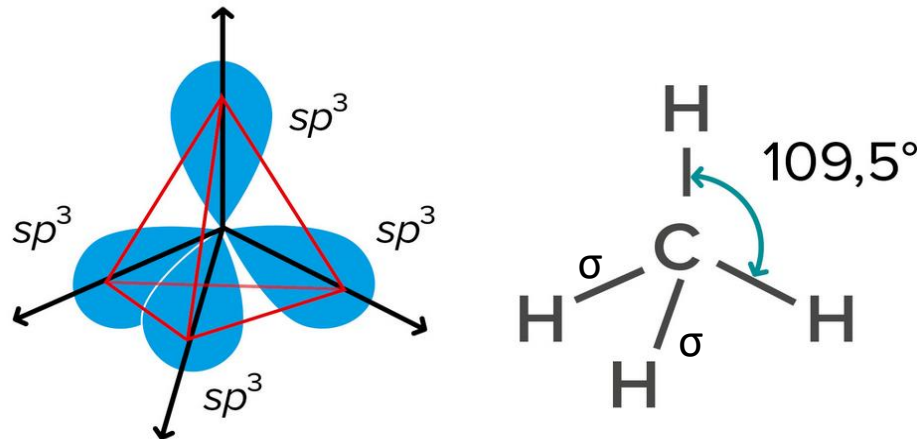
Hiilellä on kaksi pariutumattonta elektronia 2p-orbitaalilla.

sp^3 -hybridisaatio

- Ensin toinen 2s – orbitaalin elektroneista virittyy tyhjälle 2p – orbitaalille
- Neljä paritonta elektronia muodostavat sp^3 - hybridiorbitaalin, jonka energia on alkuperäisten 2s- ja 2p- orbitaalien energioiden välissä

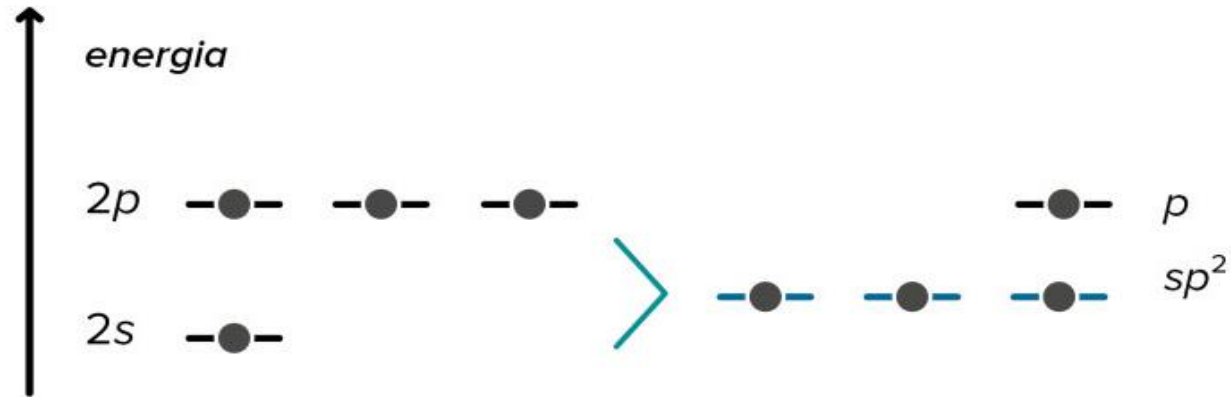


- Hiili muodostaa sp^3 -hybridiorbitaalilla olevilla elektroneilla neljä yhtä vahvaa σ -sidosta (σ = sigma)

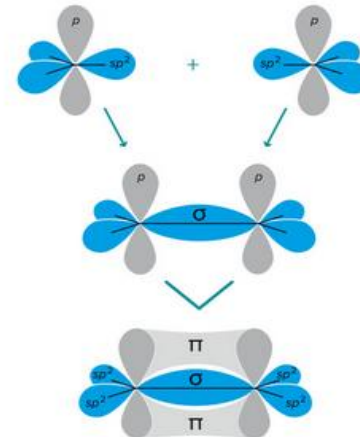
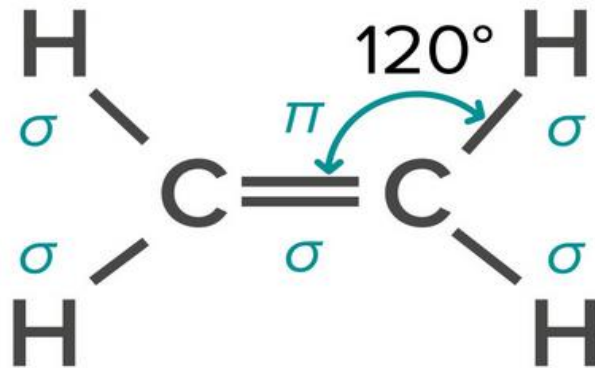


sp^2 -hybridisaatio

- Kaksi 2p – orbitaalia ja yksi 2s – orbitaali sulautuvat kolmeksi sp^2 - hybridiorbitaaliksi
- sp^2 - orbitaalilla olevat elektronit muodostavat kolme σ -sidosta



- Kahden hiilen hybridisoitumattomat p-orbitaalit sulautuvat yhteen π -sidokseksi
 - Yhdestä σ - ja yhdestä π -sidoksesta syntyy yksi kaksoissidos

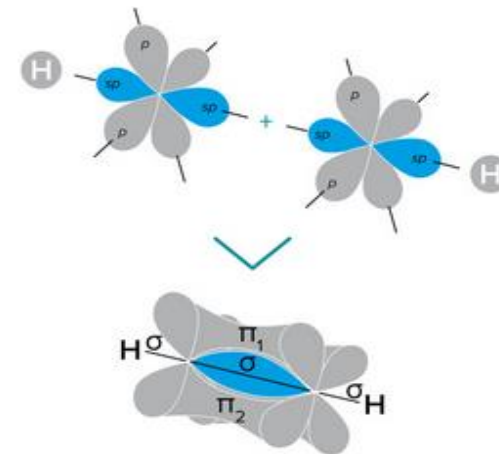
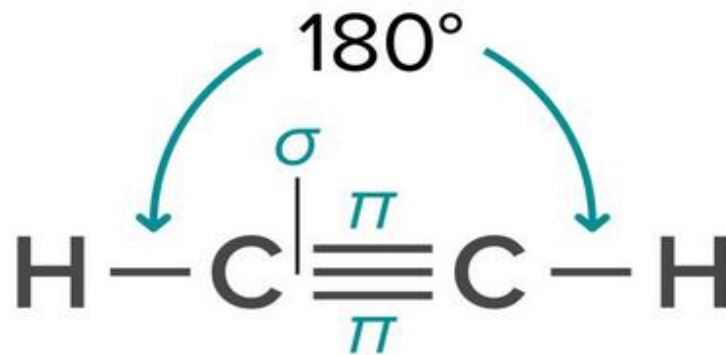


sp-hybridisaatio

- Yksi s-orbitaali ja yksi p-orbitaali sulautuu kahdeksi sp-orbitaaliksi
- sp-orbitaaleilla olevat elektronit muodostavat kaksi σ -sidosta

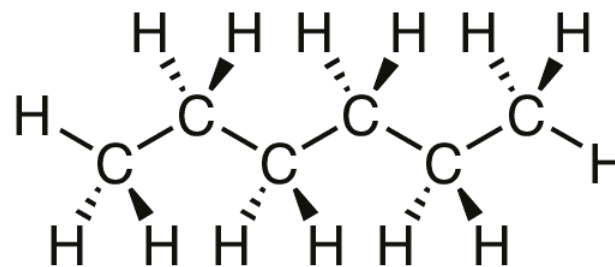
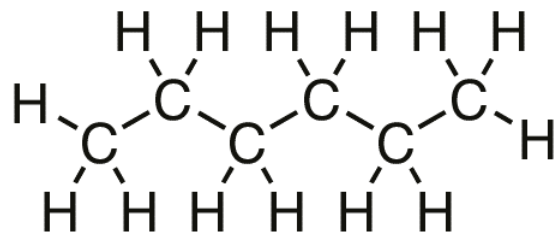


- Kahden hiilen hybridisoitumattomat p-orbitaalit sulautuvat yhteen ja muodostavat kaksi π -sidosta
 - Yhdestä σ -sidoksesta ja kahdesta π -sidoksesta muodostuu kolmoissidos

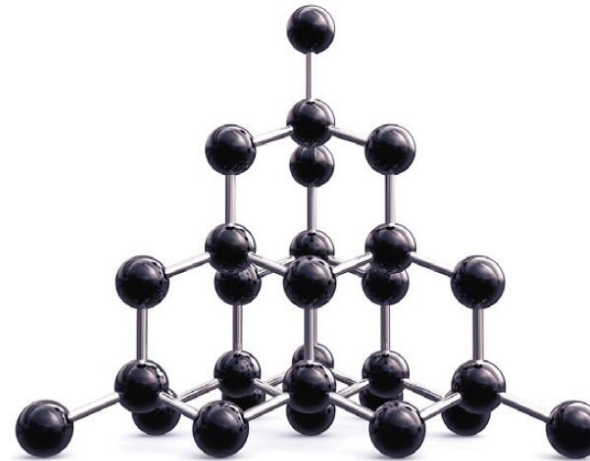


Kaikilla alkaanien hiiliatomeilla on sama sp^3 -hybridisaatio ja samansuuruiset sidoskulmat

- Kaikissa alkaaneissa hiiliatomien sidokset suuntautuvat noin 109,5 asteen kulmiin toisiinsa nähden.
- Suuntautumista havainnollistetaan piirtämällä hiiliketju siksak-muotoon.
- Molekyylin kolmiulotteista muotoa voidaan korostaa käyttämällä sidosviivoina leveneviä kiila- tai katkoviivoja.



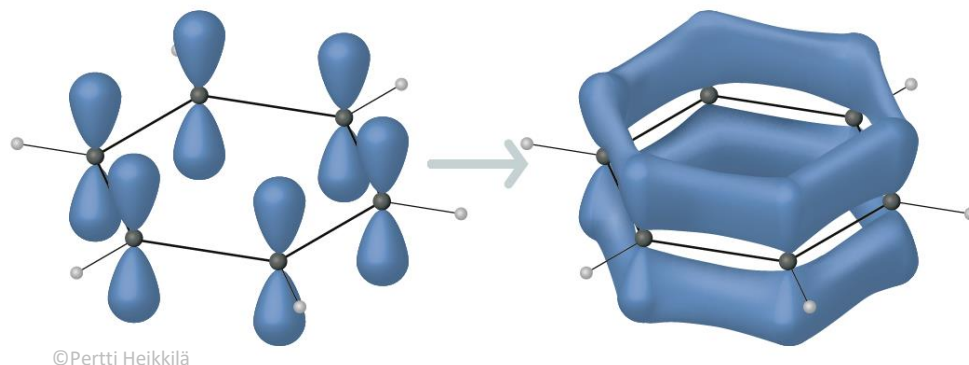
Timantti



Timantti on puhdasta hiiltä.
Siinä jokainen hiiliatomi on sp^3 -hybridisoitunut.

Bentseenirengas

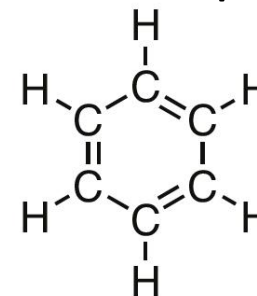
Bentseenirenkaassa on kuusi sp^2 -hybridisoitunutta hiiliatomia.



Bentseenirenkaan p -orbitaalit sulautuvat yhtenäiseksi pilveksi renkaan molemmin puolin.

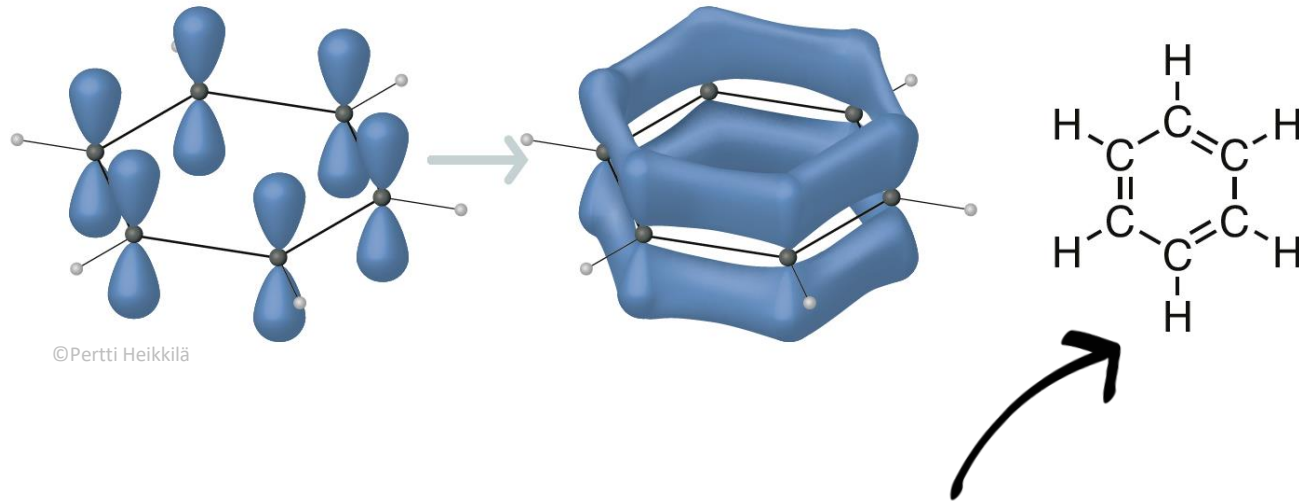
p -orbitaaleilla olleet kuusi elektronia ovat tässä pilvessä delokalisoituneina.

Bentseenirenkaassa jokainen hiiliatomien välinen sidos on yhtä pitkä ja yhtä vahva.



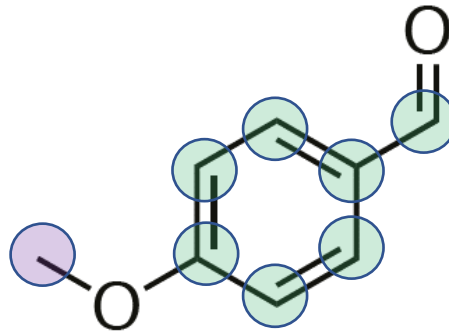
Delokalisaation takia bentseenirenkaan rakenne on pysyvä.

Bentseenirengas



Vaikka kaikki hiiliatomien väliset sidokset ovat samanlaisia, ne piirretään bentseenin rakennekaavaan historiallisista syistä kolmena kaksoissidoksena ja kolmena yksinkertaisena sidoksena.

Molekyylin hiiliatomien hybridisaatiot



anisaldehydi

Kuinka monta sp^3 - ja kuinka monta sp^2 -hybridisoitunutta hiiliatomia anisaldehydin molekyylissä on?

Anisaldehydissä on yksi sp^3 -hybridisoitunut hiiliatomi.

Anisaldehydimolekyylissä on seitsemän sp^2 -hybridisoitunutta hiiliatomia.

Yhteenvedo

Hiilen hybridisaation vaikutus molekyylin muotoon.

Hybridisaatio	sp^3	sp^2	sp
Hybridiorbitaalien määrä	4	3	2
Muuntumattomien p -orbitaalien määrä	0	1	2
Sidostyypit	neljä sigmasidosta	kolme sigmasidosta ja yksi piisidos	kaksi sigmasidosta ja kaksi piisidosta
Sidokset	neljä yksinkertaista kovalenttista sidosta	kaksoissidos ja kaksi yksinkertaista sidosta	kolmoissidos ja yksinkertainen sidos ^(*)
Sidoskulma	109,5°	120°	180°
Sidospituus	154 pm	134 pm (139 pm bentseenirenkaassa)	120 pm
Sidosten suuntautuminen	tetraedri	tasomainen	lineaarinen
Esimerkki	metaani CH ₄ ja muut alkaanit	eteeni C ₂ H ₄ ja muut alkeenit sekä bentseeni	etyyni C ₂ H ₂ ja muut alkyynit

^(*) Myös kaksi kaksoissidosta (esim. CO₂-molekyylissä)