

# HYBRIDIZACE

**Hybridizace je sjednocení energeticky různých orbitalů daného atomu, přičemž vznikají nové orbitály, tzv. orbitály hybridní.**

Hybridizace vysvětluje vznik rovnocenných kovalentních vazeb z energeticky rozdílných orbitalů a umožňuje předpovědět strukturu takto vzniklých látek. Pro každý typ hybridizace je charakteristické rozmístění hybridních orbitalů v prostoru, což určuje i prostorové uspořádání chemických vazeb.

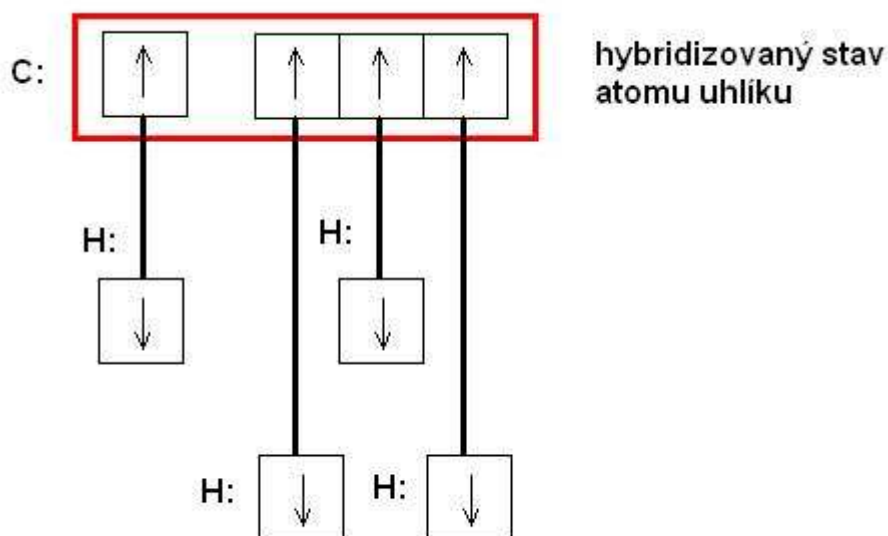
Proces hybridizace (nebo-li sjednocení energeticky různých orbitalů) si vysvětlíme na methanu. K tomu, aby se v molekule methanu  $\text{CH}_4$  mohly vytvořit čtyři chemické vazby, je třeba, aby atom uhlíku měl čtyři nespárované elektrony:

Základní stav uhlíku:  $\text{C}: 2s \uparrow\downarrow 2p \uparrow \uparrow \mid$

Excitovaný stav uhlíku:  $\text{C}^*: 2s \uparrow 2p \uparrow \uparrow \uparrow$

Takto vzniklé vazby by však nebyly stejné, protože vznikají překryvem energeticky rozdílných orbitalů s a p.

Skutečnost, že vazby v této sloučenině jsou stejné (mají stejnou vazebnou délku, energii atd.), vysvětlíme **hybridizací orbitalů**.



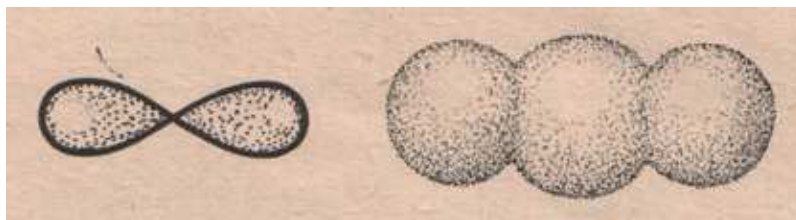
Orbitály, které hybridizují, označujeme společným rámečkem, abychom vyjádřili jejich rovnocennost (stejnou energii).

Symbol a název hybridního orbitalu se určí z typu a počtu atomových orbitalů, které se hybridizují. Například v methanu je hybridizace  $sp^3$ , protože se hybridizuje jeden orbital s a tři orbitály p. Pozor!!! U zápisu hybridních orbitalů jejich index udává počet orbitalů stejného typu, které se hybridizovaly, a nikoliv počet elektronů v těchto orbitalech.

## Základní typy hybridních orbitalů

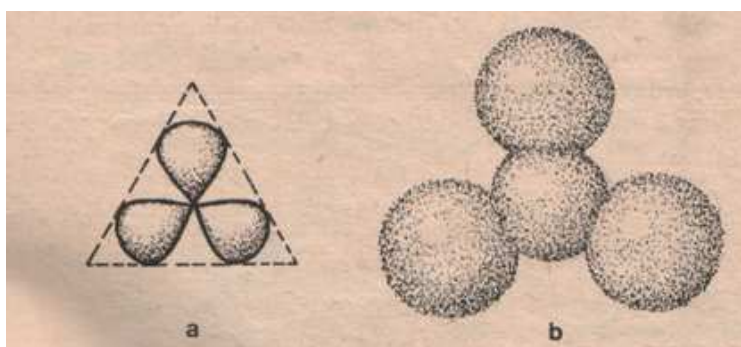
**Hybridní orbitaly  $sp$**  vzniknou hybridizací jednoho orbitalu  $s$  a jednoho orbitalu  $p$ . Hybridizované orbitaly vycházejí ze středového atomu a svírají úhel  $180^\circ$ .

Na obrázku je uveden prostorový tvar  $BeCl_2$ , jehož středový atom beryllia je v hybridním stavu  $sp$ :



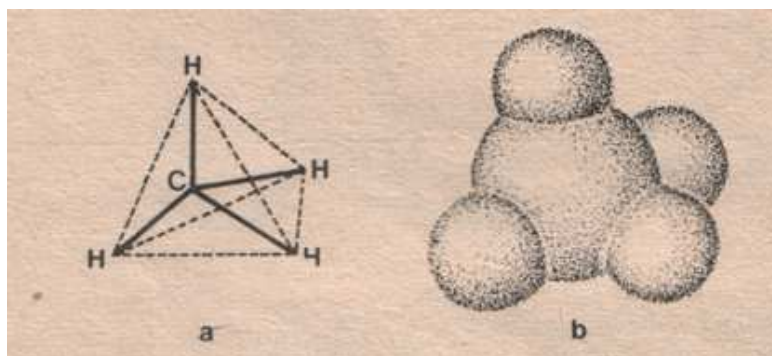
Podobně platí, že lineární jsou všechny molekuly, ve kterých orbitaly středového atomu jsou v hybridním stavu  $sp$ , jako  $CO_2$ ,  $HCN$ .

**Hybridní orbitaly  $sp^2$**  vzniknou hybridizací jednoho orbitalu  $s$  a dvou orbitalů  $p$ . Vytvoří se tedy energeticky rovnocenné orbitaly, které mohou tvořit tři chemické vazby. Hybridní orbitaly míří do vrcholů pravidelného trojúhelníku a jejich osy svírají úhel  $120^\circ$ .



Molekula chloridu boritého má tvar pravidelného trojúhelníku, podobně jako molekuly, ve kterých orbitaly středového atomu jsou v hybridizaci  $sp^2$  (např.  $BF_3$ ,  $SO_3$ ).

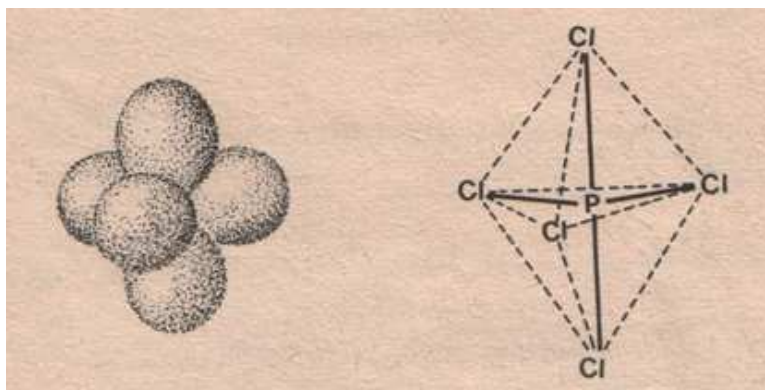
**Hybridní orbitaly  $sp^3$**  jsou nejčastějším případem hybridizace atomu uhlíku v organických sloučeninách. Tento typ hybridizace vzniká energetickým sjednocením jednoho orbitalu  $s$  a tří orbitalů  $p$ . Vzniklé čtyři hybridní orbitaly míří do vrcholů pravidelného čtyřstěnu (tetraedr). Osy hybridních orbitalů svírají úhel  $109^\circ 28'$ .



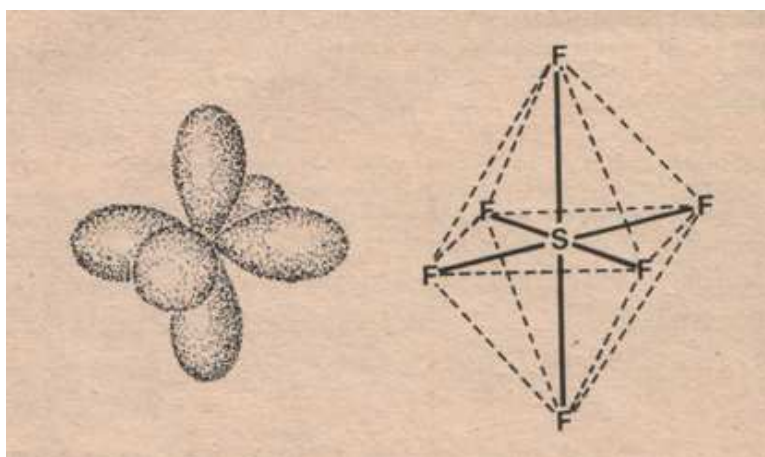
Všechny látky, u kterých orbitály středového atomu jsou v tomto hybridním stavu, mají prostorové uspořádání pravidelného čtyřstěnu ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CF}_4$ ).

**Hybridní orbitály  $\text{sp}^3\text{d}$ .** Při této hybridizaci vzniká pět rovnocenných orbitalů, z nichž tři leží v rovině středového atomu (svírají úhel  $120^\circ$ ) a dva jsou na tuto rovinu kolmé.

Molekula chloridu fosforečného, kde orbitály atomu fosforu jsou v hybridním stavu  $\text{sp}^3\text{d}$ , má proto tvar trojbokého dvojjehlanu:



**Hybridní orbitály  $\text{sp}^3\text{d}^2$ .** Prostorové uspořádání je na následujícím obrázku:



Vznikne šest rovnocenných orbitalů, které směřují do vrcholů pravidelného čtyřbokého dvojjehlanu (oktaedru, osmistěnu). Prostorový tvar čtyřbokého dvojjehlanu má např. fluorid sírový  $\text{SF}_6$ .

## Cvičení:

- 1) Uveďte ty atomové orbitály, které se podílejí na hybridizaci  $\text{sp}$  a  $\text{sp}^2$ .
- 2) Odvoďte hybridizaci atomu boru v  $\text{BCl}_3$ , kde atom boru je trojvazný.
- 3) Určete tvar sloučenin:  $\text{HCN}$ , ethen,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SF}_6$