

## CORSO DI LAUREA IN BIOTECNOLOGIE

### CHIMICA ORGANICA

MICHAEL ASSFALG

**Lezione: 7 CFU = 56 ORE**  
**Mar 14:30-16:30, Gio 14:30-17:30**

**Laboratorio: 2 CFU = 24 ORE**  
**Mer 8:30-13:30 e/o 14:30-19:30**

**PROVA FINALE: SCRITTO**

#### TESTI:

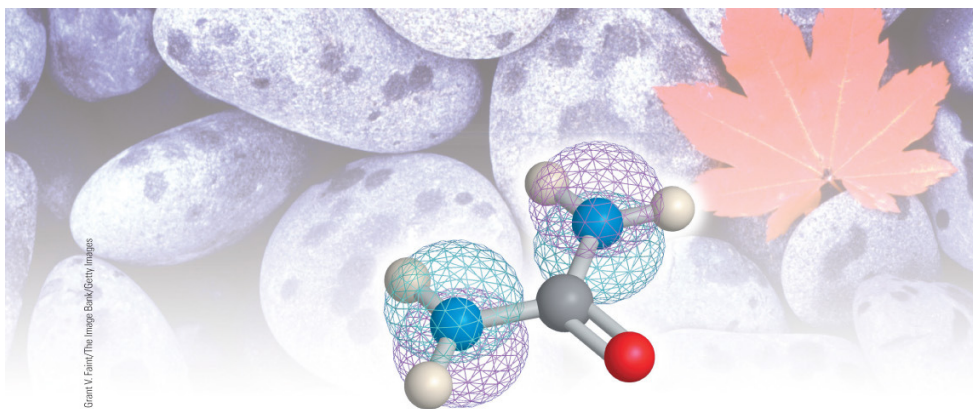
- John McMurry, CHIMICA ORGANICA, PICCIN
- Brown, Poon, INTRODUZIONE ALLA CHIMICA ORGANICA, EdiSES
- Janice Gorzynski Smith, FONDAMENTI DI CHIMICA ORGANICA, McGraw-Hill

#### Elementi in chimica organica

Posizione del carbonio nella tavola periodica.  
 Gli altri elementi che si ritrovano comunemente nei composti organici sono raffigurati nel colore tipicamente usato per rappresentarli.

H																	C	N	He
Li	Be											B	O	F	Ne				
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt											

## Struttura e legame chimico



### Proprietà atomiche

Rappresentazione degli orbitali s, p e d. Gli orbitali s sono sferici, gli orbitali p hanno una forma a manubrio, e quattro dei cinque orbitali d hanno una forma a quadrifoglio. I differenti lobi degli orbitali p vengono spesso raffigurati per convenienza a forma di lacrima, ma la loro vera forma rassomiglia piuttosto ad una maniglia, come indicato nella rappresentazione generata al computer di un orbitale 2p dell'idrogeno sulla destra.



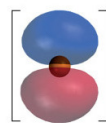
Orbitale s



Orbitale p

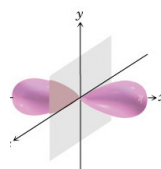
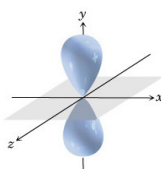
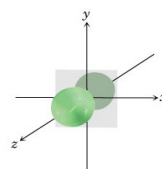


Orbitale d



Orbitale 2p

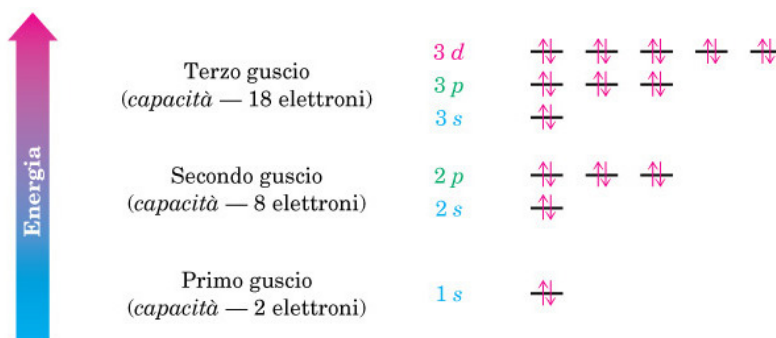
Forma degli orbitali 2p. Ciascuno dei tre orbitali a forma di manubrio ha un nodo tra i due lobi.

Orbitale 2p<sub>x</sub>Orbitale 2p<sub>y</sub>Orbitale 2p<sub>z</sub>

Orbitali 2p

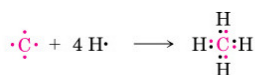
### Proprietà atomiche

Livelli energetici degli elettroni in un atomo. Il primo guscio contiene un solo orbitale 1s; il secondo guscio contiene un massimo di otto elettroni in un orbitale 2s e tre orbitali 2p; il terzo guscio contiene un massimo di diciotto elettroni in un orbitale 3s, tre orbitali 3p e cinque orbitali 3d, e così via. I due elettroni in ciascun orbitale sono rappresentati da frecce in su e in giù. Anche se non viene mostrato, il livello energetico dell'orbitale 4s cade tra il 3p ed il 3d.



### Legame chimico

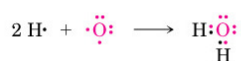
#### Il legame covalente



Metano (CH<sub>4</sub>)



Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)



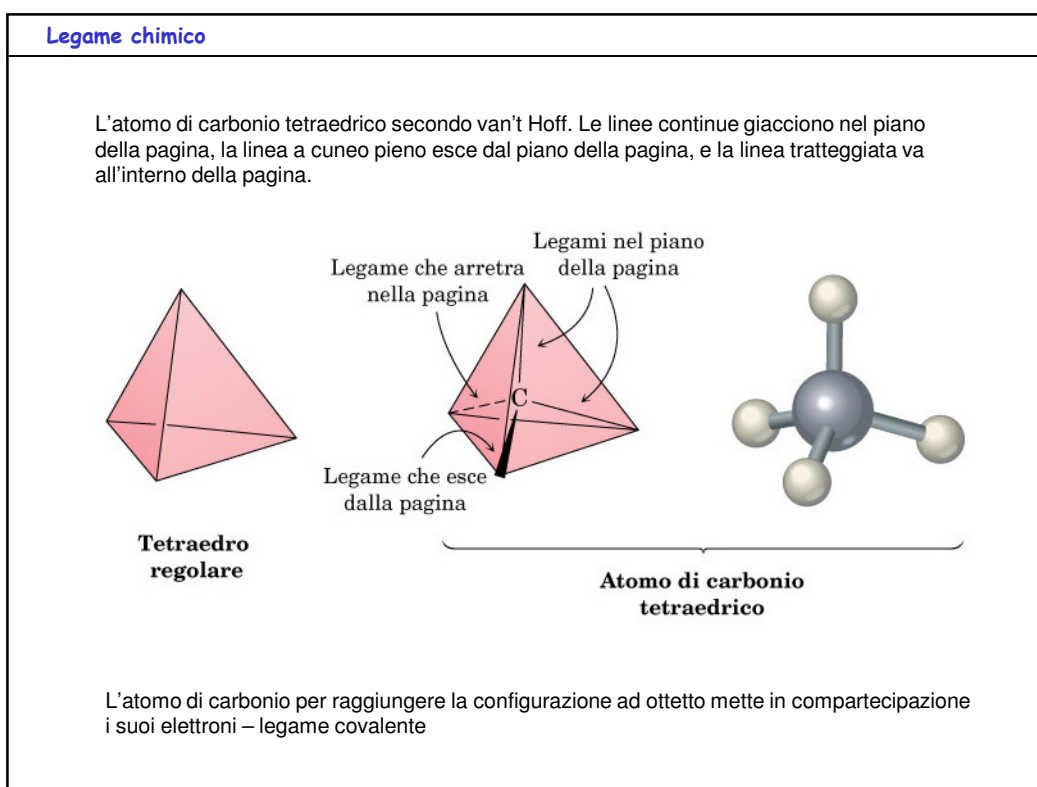
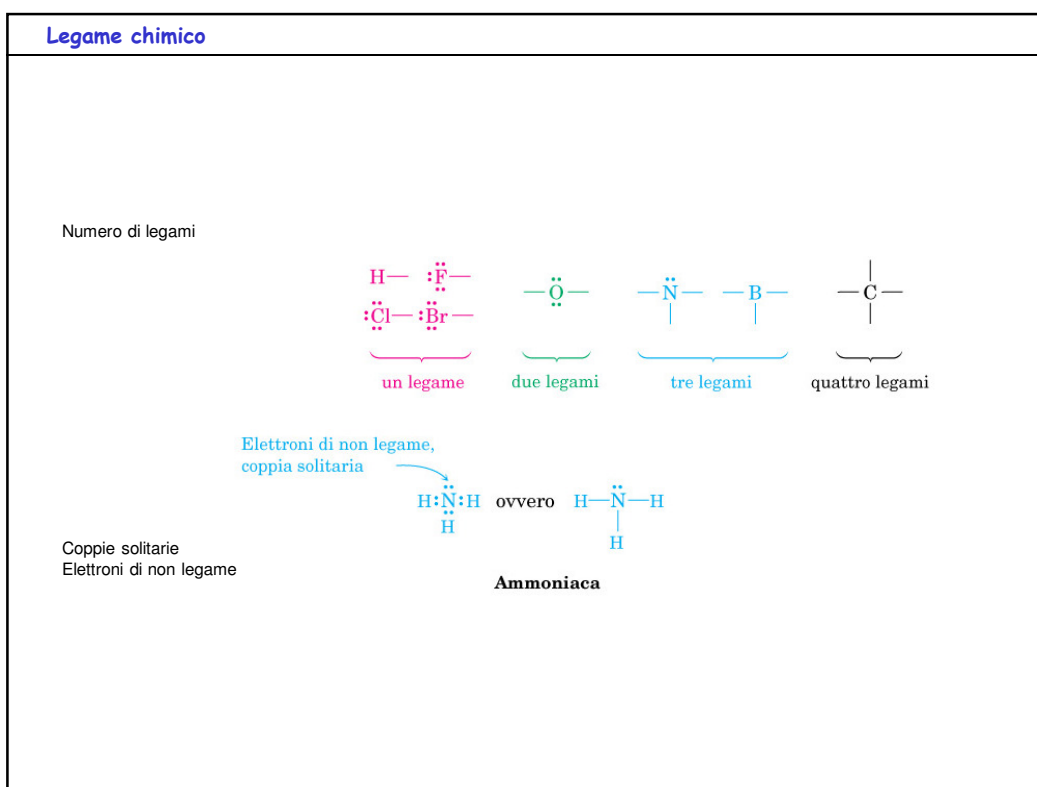
Acqua (H<sub>2</sub>O)

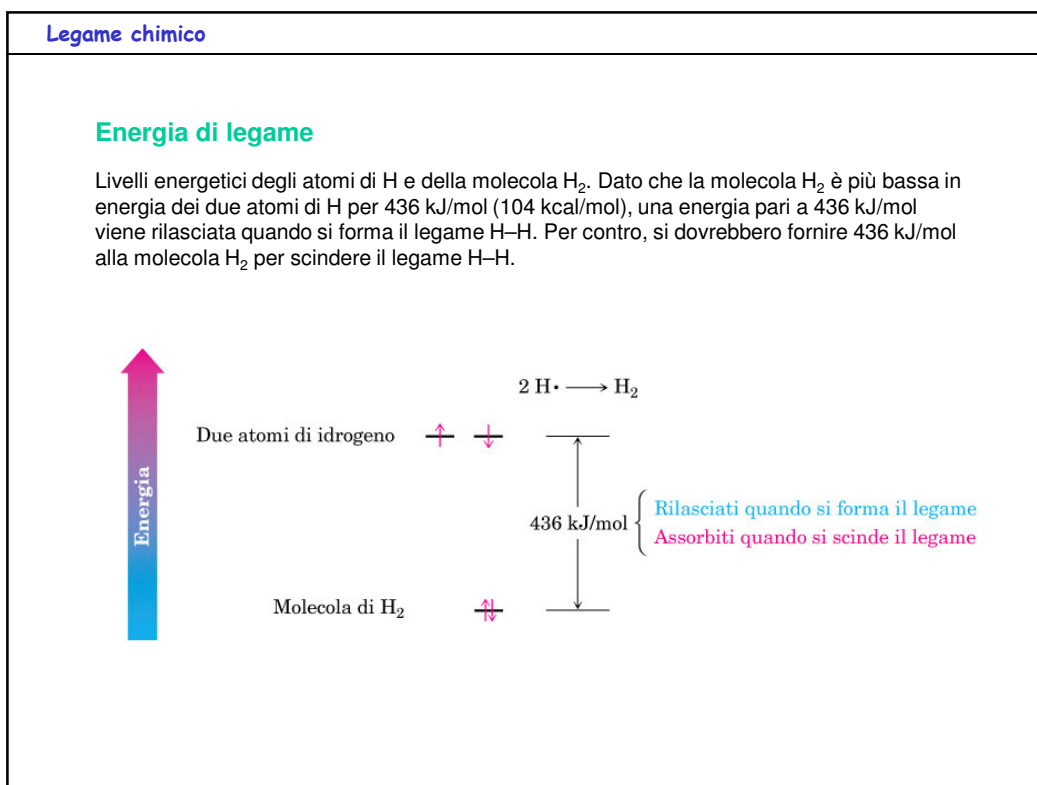
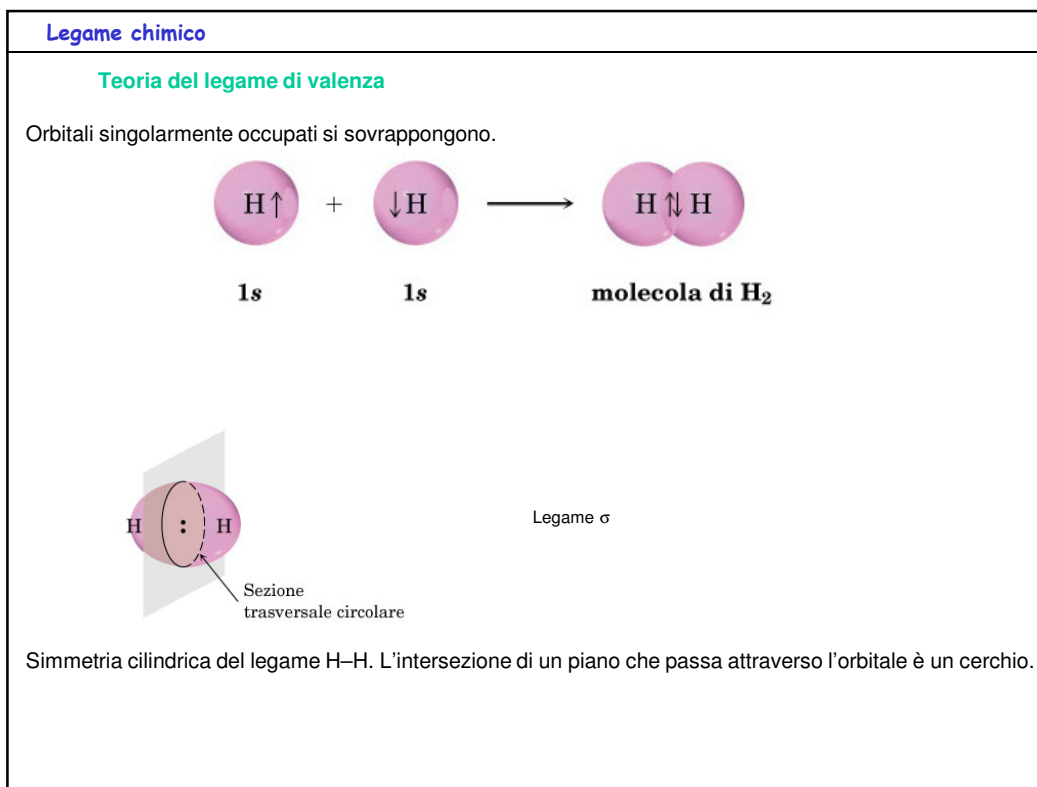


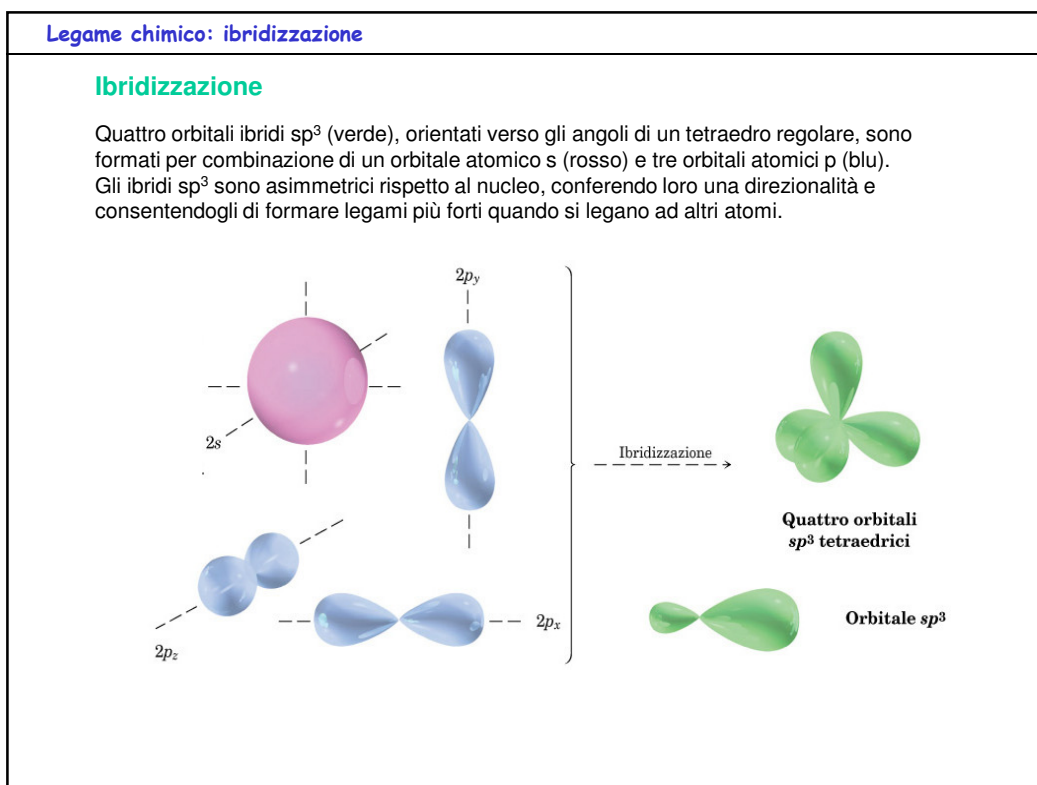
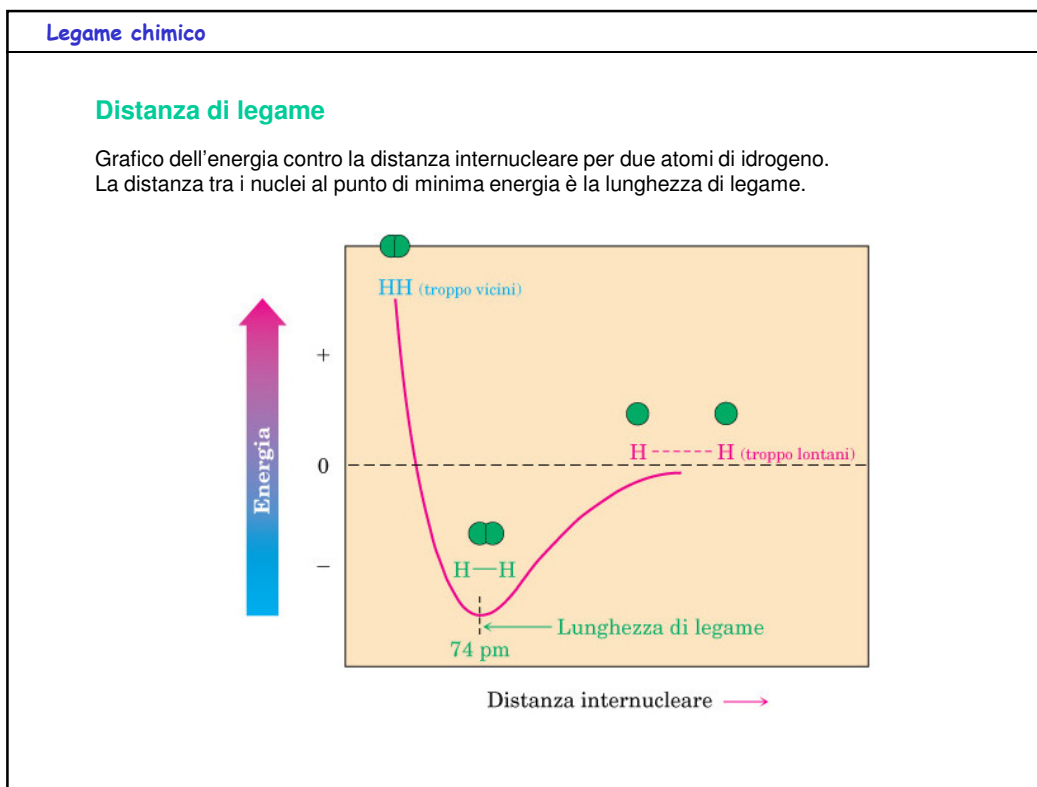
Metanolo (CH<sub>3</sub>OH)

#### Strutture di Lewis e Kekulé di alcune molecole semplici

Nome	Struttura di Lewis	Struttura di Kekulé	Nome	Struttura di Lewis	Struttura di Kekulé
Acqua (H <sub>2</sub> O)	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	Metano (CH <sub>4</sub> )	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$
Ammoniaca (NH <sub>3</sub> )	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}:\text{N}:\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \end{array}$	Metanolo (CH <sub>3</sub> OH)	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}:\text{C}:\ddot{\text{O}}:\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$



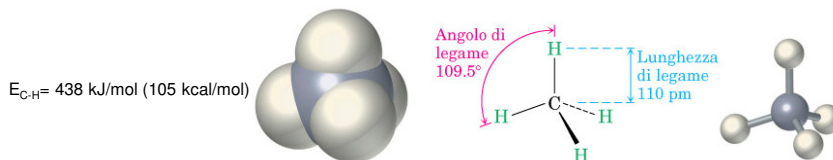




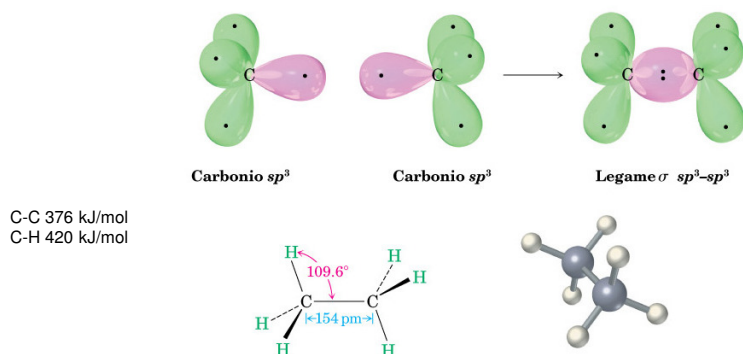
### Legame chimico: ibridizzazione

Esempi di molecole con ibridazione  $sp^3$

Struttura del metano che mostra gli angoli di legame di  $109.5^\circ$ .



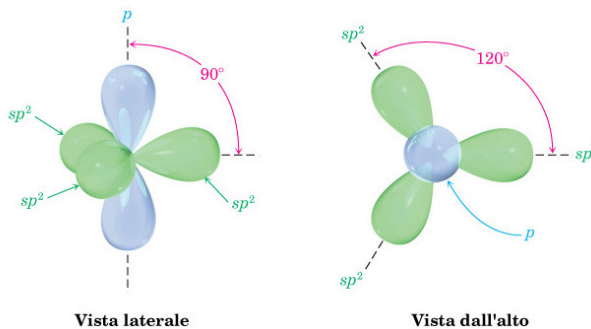
Struttura dell'etano. Il legame carbonio-carbonio viene formato per sovrapposizione s di due orbitali ibridi  $sp^3$ . (Per chiarezza, i lobi più piccoli degli orbitali ibridi  $sp^3$  non vengono mostrati).



### Legame chimico: ibridizzazione

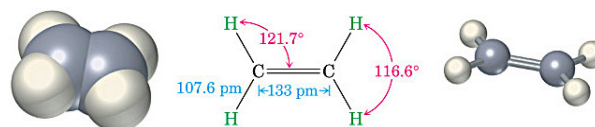
Un carbonio ibridizzato  $sp^2$ .

I tre orbitali ibridi  $sp^2$  equivalenti (verde) giacciono in un piano ad un angolo di  $120^\circ$  l'uno rispetto all'altro, ed un singolo orbitale p non ibridizzato (blu) è perpendicolare al piano  $sp^2$ .



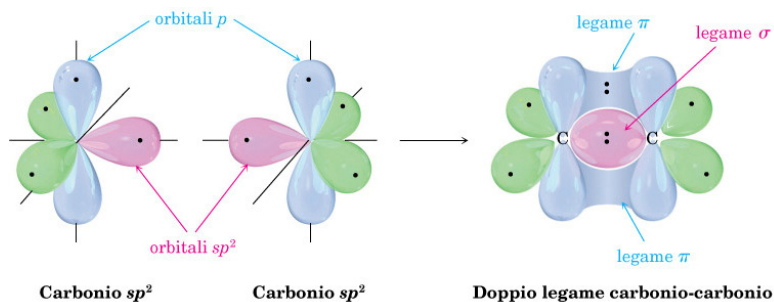
Struttura dell'etilene

C-C 611 kJ/mol  
C-H 444 kJ/mol



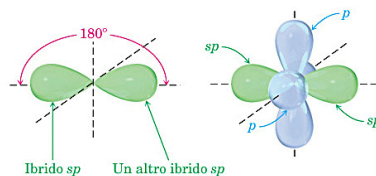
### Legame chimico: ibridizzazione

Sovrapposizione orbitale di due atomi di carbonio ibridizzati  $sp^2$  a formare un doppio legame carbonio-carbonio. Una parte del doppio legame deriva dalla sovrapposizione  $\sigma$  (testa-testa) degli orbitali  $sp^2$  (rosso), e l'altra parte deriva dalla sovrapposizione  $\pi$  (laterale) degli orbitali  $p$  non ibridizzati (blu). Il legame  $\pi$  ha regioni di densità elettronica su ciascun lato di una linea tracciata tra i nuclei.

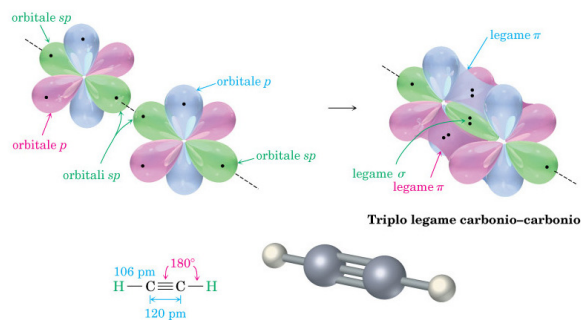


### Legame chimico: ibridizzazione

Un atomo di carbonio ibridizzato  $sp$ . I due orbitali ibridi  $sp$  (verde) sono orientati a  $180^\circ$  l'uno dall'altro, e sono perpendicolari ai due orbitali  $p$  rimanenti (blu).



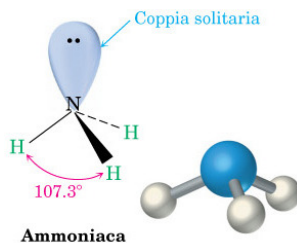
Struttura dell'acetilene. I due atomi di carbonio ibridizzati  $sp$  sono uniti da un legame  $\sigma$   $sp-sp$  e da due legami  $\pi$   $p-p$ .



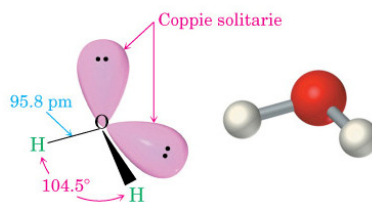


### Legame chimico: ibridizzazione

Ibridizzazione dell'azoto nell'ammoniaca. L'atomo di azoto è ibridizzato  $sp^3$ , dando angoli di legame H-N-H di  $107.3^\circ$ .

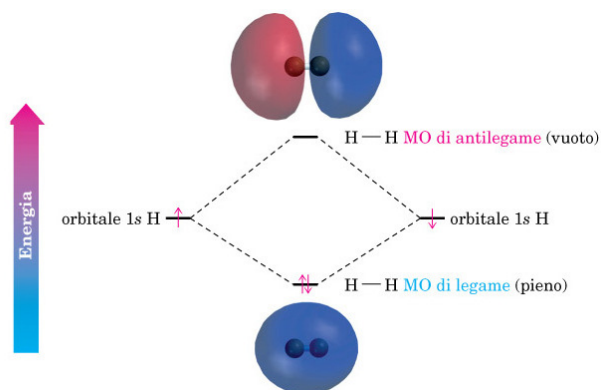


Struttura dell'acqua. L'atomo di ossigeno è ibridizzato  $sp^3$  e possiede due coppie elettroniche solitarie. L'angolo di legame H-O-H è di  $104.5^\circ$ .



### Legame chimico: orbitale molecolare

Orbitali molecolari di  $H_2$ . La combinazione dei due orbitali atomici 1s dell'idrogeno porta a due orbitali molecolari per  $H_2$ . Il MO a più bassa energia, di legame, è pieno, mentre il MO a più alta energia, di antilegame, è vuoto.



**Legame chimico: orbitale molecolare**

Descrizione tramite orbitali molecolari del legame  $\pi$  C=C nell'etilene. Il MO  $\pi$  di legame deriva dalla combinazione addittiva degli orbitali atomici ed è occupato. Il MO  $\pi$  di antilegame deriva dalla combinazione sottrattiva degli orbitali atomici ed è vuoto.

