

CHIMICA 2

(ORGANICA e BIO-ORGANICA)

Barbara Biondi

Dipartimento di Scienze Chimiche

barbara.biondi@unipd.it

Esercitazioni: Prof. Francesco Rigodanza (1 cfu)

Laboratorio: Proff. F. Rigodanza-K.E. Medrano Uribe (1 cfu)

Tutor: Elena Avanzini (elena.avanzini@studenti.unipd.it)

Testi consigliati:

P. Y. Bruice *Elementi di Chimica Organica* Edises

Brown-Poon *Introduzione alla Chimica Organica* Edises



Periodic Table of the Elements

																		18 VIII 8A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
																		2 -272.20 (1.5 MPa) He Helium 4.003																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
																		13 IIIA 3A																		14 IVA 4A																		15 VA 5A																		16 VIA 6A																		17 VIIA 7A																																																																																																																																																																																																																																																											
																		5 207 B Boron 10.811																		6 graphite 4489 TP (10.3 MPa) C Carbon 12.011																		7 14.007 N Nitrogen 14.007																		8 -218.79 O Oxygen 15.999																		9 -219.67 TP F Fluorine 18.998																		10 -248.609 TP (43 MPa) Ne Neon 20.180																																																																																																																																																																																																																																									
																		11 IB 1B																		12 IIB 2B																		3 IIIB 3B																		4 IVB 4B																		5 VB 5B																		6 VIB 6B																		7 VIIB 7B																		8 VIII 8																		9 VIII 8																		10 VIII 8																																																																																																																																																																	
																		19 63.5 K Potassium 39.098																		20 40.078 Ca Calcium 40.078																		21 1541 Sc Scandium 44.956																		22 1668 Ti Titanium 47.88																		23 1910 V Vanadium 50.942																		24 1907 Cr Chromium 51.996																		25 1246 Mn Manganese 54.938																		26 1538 Fe Iron 55.933																		27 1495 Co Cobalt 58.933																		28 1455 Ni Nickel 58.693																		29 1084.62 Cu Copper 63.546																		30 419.53 Zn Zinc 65.39																		31 297.6 TP Ga Gallium 69.732																		32 938.25 Ge Germanium 72.61																		33 817 TP (3.70 MPa) As Arsenic 74.922																		34 938.25 Se Selenium 78.972																		35 -7.2 Br Bromine 79.904																		36 -157.38 TP (73.2 kPa) Kr Krypton 84.80																	
																		37 39.3 Rb Rubidium 84.468																		38 77.7 Sr Strontium 87.62																		39 1522 Y Yttrium 88.906																		40 1855 Zr Zirconium 91.224																		41 2477 Nb Niobium 92.906																		42 2623 Mo Molybdenum 95.95																		43 2157 Tc Technetium 98.907																		44 2334 Ru Ruthenium 101.07																		45 1964 Rh Rhodium 102.906																		46 1554.8 Pd Palladium 106.42																		47 961.78 Ag Silver 107.868																		48 321.07 Cd Cadmium 112.411																		49 156.6 In Indium 114.818																		50 231.93 Sn Tin 118.71																		51 630.63 Sb Antimony 121.760																		52 449.51 Te Tellurium 127.6																		53 113.7 I Iodine 126.904																		54 -111.74 TP (81.6 kPa) Xe Xenon 131.29																	
																		55 28.44 Cs Cesium 132.905																		56 727 Ba Barium 137.327																		57-71 Lanthanide Series																		72 2233 Hf Hafnium 178.49																		73 3017 Ta Tantalum 180.948																		74 3422 W Tungsten 183.85																		75 3185 Re Rhenium 186.207																		76 3033 Os Osmium 190.23																		77 2446 Ir Iridium 192.22																		78 1768.2 Pt Platinum 195.08																		79 1064.18 Au Gold 196.967																		80 -38.83 Hg Mercury 200.59																		81 304 Tl Thallium 204.383																		82 327.46 Pb Lead 207.2																		83 271.4 Bi Bismuth 208.980																		84 254 Po Polonium [208.982]																		85 302 At Astatine 209.987																		86 -71 Rn Radon 222.018																	
																		87 27 Fr Francium 223.020																		88 696 Ra Radium 226.025																		89-103 Actinide Series																		104 unknown Rf Rutherfordium [261]																		105 unknown Db Dubnium [262]																		106 unknown Sg Seaborgium [266]																		107 unknown Bh Bohrium [264]																		108 unknown Hs Hassium [269]																		109 unknown Mt Meitnerium [268]																		110 unknown Ds Darmstadtium [269]																		111 unknown Rg Roentgenium [272]																		112 unknown Cn Copernicium [277]																		113 unknown Uut Ununtrium unknown																		114 unknown Fl Flerovium [289]																		115 unknown Uup Ununpentium unknown																		116 unknown Lv Livermorium [298]																		117 unknown Uus Ununseptium unknown																		118 unknown Uuo Ununoctium unknown																	
																		57 920 La Lanthanum 138.906																		58 799 Ce Cerium 140.115																		59 931 Pr Praseodymium 140.908																		60 1016 Nd Neodymium 144.24																		61 1042 Pm Promethium 144.913																		62 1072 Sm Samarium 150.36																		63 822 Eu Europium 151.966																		64 1313 Gd Gadolinium 157.25																		65 1356 Tb Terbium 158.925																		66 1412 Dy Dysprosium 162.50																		67 1472 Ho Holmium 164.930																		68 1529 Er Erbium 167.26																		69 1545 Tm Thulium 168.934																		70 824 Yb Ytterbium 173.04																		71 1663 Lu Lutetium 174.967																																																																							
																		89 1050 Ac Actinium 227.028																		90 1750 Th Thorium 232.038																		91 1572 Pa Protactinium 231.036																		92 1135 U Uranium 238.029																		93 664 Np Neptunium 237.048																		94 640 Pu Plutonium 244.064																		95 1176 Am Americium 243.061																		96 1345 Cm Curium 247.070																		97 996 Bk Berkelium 247.070																		98 900 Cf Californium 251.080																		99 860 Es Einsteinium [254]																		100 1527 Fm Fermium 257.095																		101 827 Md Mendelevium 258.1																		102 unknown No Nobelium 259.101																		103 unknown Lr Lawrencium [262]																																																																							

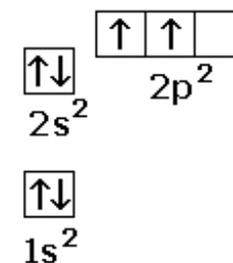
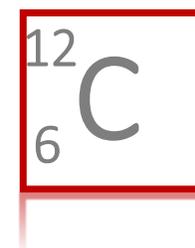
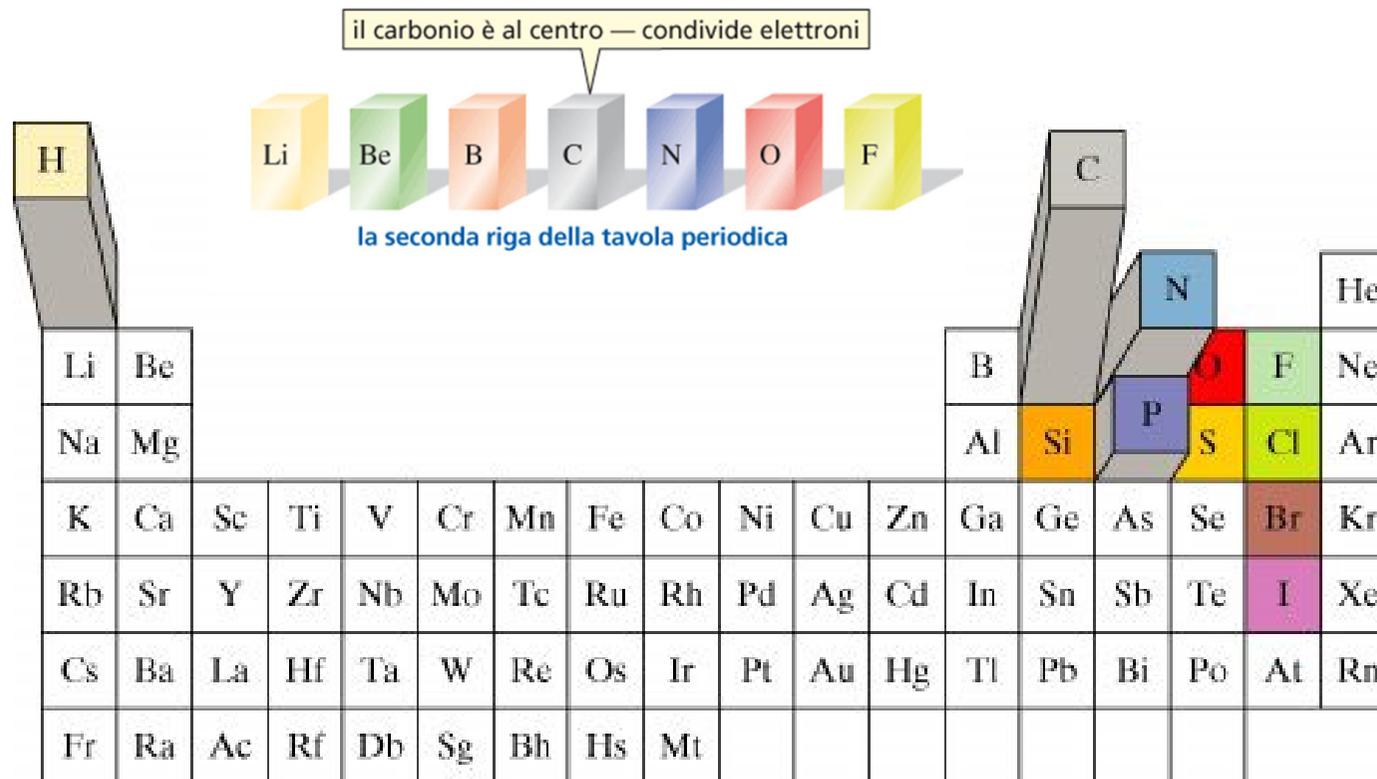
Normal melting points are in °C.
TP = Triple Point
Pressure is listed if not 1 atm.
Allotrope is listed if more than one allotrope.

Atomic Number	Melting Point
Symbol	
Name	
Atomic Mass	

Lanthanide Series

Actinide Series

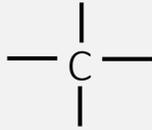
Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide
--------------	----------------	------------------	-------------	-----------	----------	---------	-----------	------------	----------



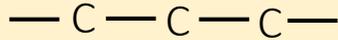
C tende a *condividere* elettroni attraverso la formazione di legami covalenti

PROPRIETA' del CARBONIO

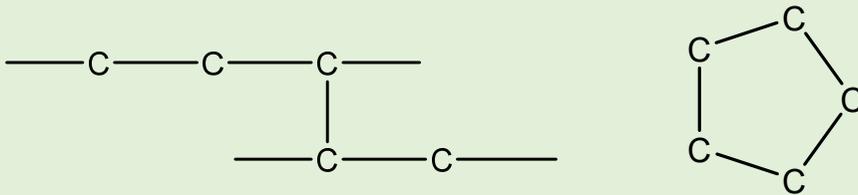
Il C può legarsi con altri 4 atomi



Il C può formare catene



Il C può formare SISTEMI RAMIFICATI e ANELLI



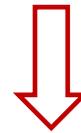
LEGAMI
COVALENTI

Come posso rappresentare le molecole?

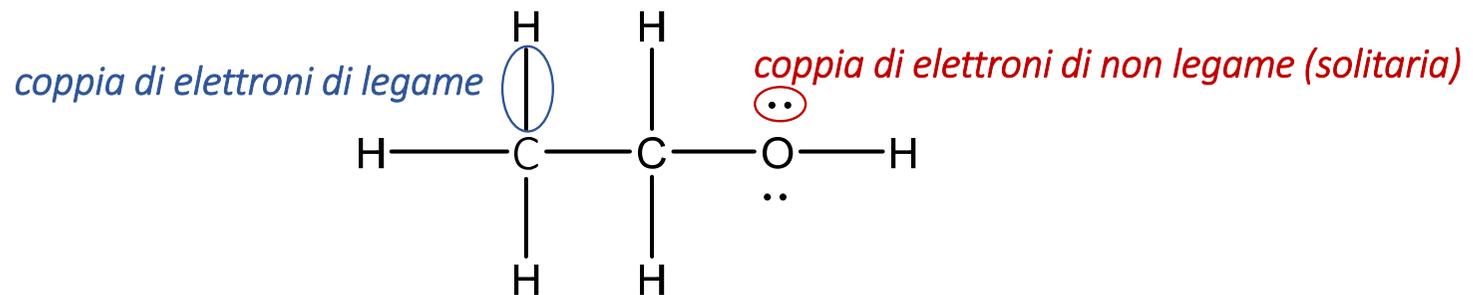
FORMULA BRUTA dice la composizione della molecola



...ma non dice quali atomi sono legati tra loro



STRUTTURE DI LEWIS



REGOLE DI LEWIS

a. **LEGAMI**. I legami tra 2 atomi si formano per condivisione di coppie di *elettroni di valenza*

A seconda del numero di elettroni condivisi si possono formare:

Legami Singoli (1 coppia condivisa)

Legami Doppi (2 coppie condivise)

Legami Tripli (3 coppie condivise)



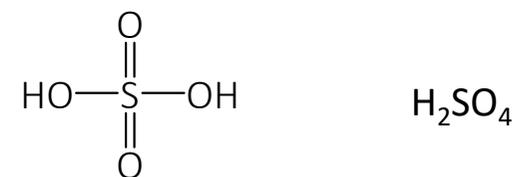
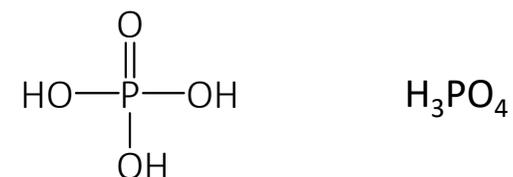
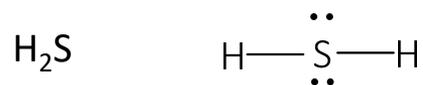
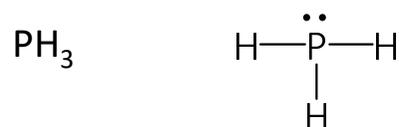
Idrogeno forma solo legami singoli

b. **REGOLA DELL'OTTETO**:

- Gli atomi del 2° o 3° periodo (tranne B e Al) formeranno un **ottetto** completo (circondati da 8 elettroni come i gas nobili)
- Gli atomi di idrogeno avranno 2 elettroni.

c. **COPPIE SOLITARIE**. Elettroni non coinvolti in legami formano coppie solitarie.

Non tutte le molecole stabili rispettano la regola dell'ottetto



La regola dell'ottetto fornisce ottime previsioni per atomi del 2° periodo e in alcuni casi per atomi del 3° periodo

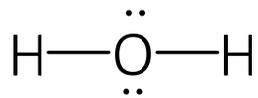
regola dell'ottetto NON rispettata
ma sono
COMPOSTI STABILI

Dopo aver sistemato atomi e elettroni devo valutare se a ciascun atomo deve essere (o no) attribuita una CARICA

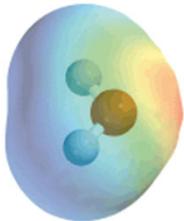


$$\text{CARICA FORMALE} = \text{n}^\circ \text{ elettroni di valenza} - \left(\text{n}^\circ \text{ elettroni di non legame} + \frac{1}{2} \text{n}^\circ \text{ elettroni di legame} \right)$$

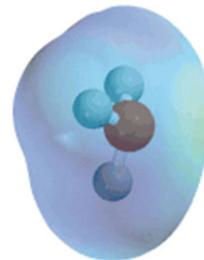
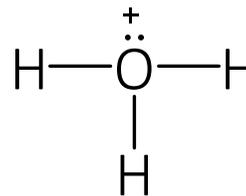
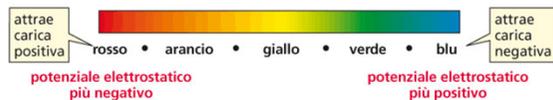
carica formale O
= +1



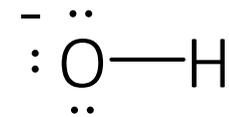
carica formale O
= 0



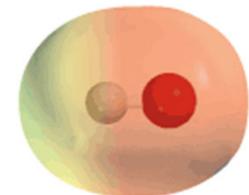
H₂O



H₃O⁺



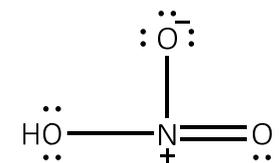
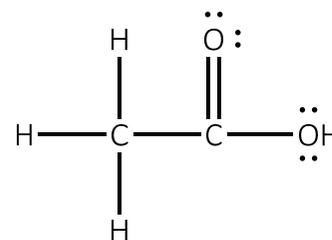
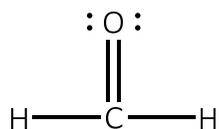
carica formale O
= -1



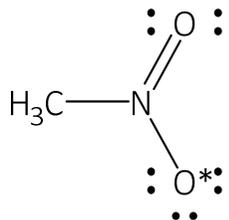
HO⁻

Esempi

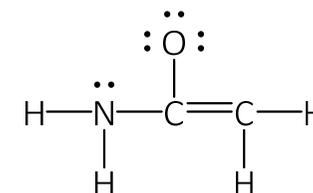
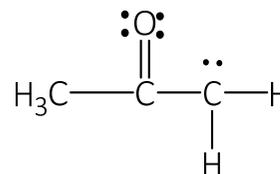
Disegna le strutture di Lewis per H_2CO , HCN , $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, HNO_3



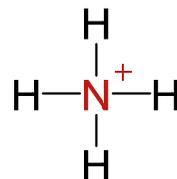
Individua la carica formale dell'atomo di N e dell'atomo di O contrassegnato con *



Assegna la carica formale in ciascuna delle seguenti strutture:

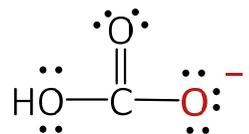


ione ammonio
 NH_4^+



carica formale N
= +1

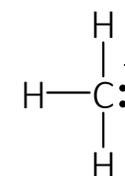
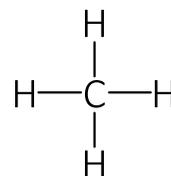
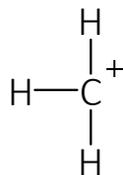
ione bicarbonato
 HCO_3^-



carica formale O
= -1

se uno o più atomi possiedono una **carica formale $\neq 0$** ,
la molecola stessa può possedere una **carica netta (ione)**

carbocatione



carbanione

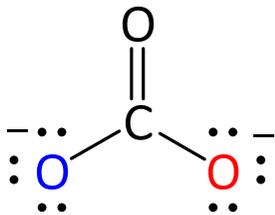
FORMULA

BRUTA	LEWIS	KEKULÈ	CONDENSATA
C_2H_6O	$ \begin{array}{c} H & & H \\ & & \\ H-C & -O- & C-H \\ & & \\ H & & H \end{array} $	$ \begin{array}{c} H & & H \\ & & \\ H-C & -O- & C-H \\ & & \\ H & & H \end{array} $	CH_3-O-CH_3
C_2H_7N	$ \begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C- & N: \\ & & \\ H & H & H \end{array} $	$ \begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C- & N \\ & & \\ H & H & H \end{array} $	$C_2H_5-NH_2$

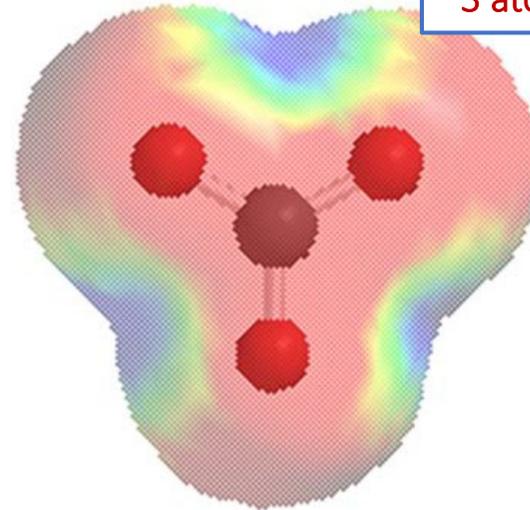
Le formule di Lewis e le formule di Kekulé sono **formule di struttura**, nelle strutture di Kekulé le coppie di elettroni non condivise sono generalmente trascurate. Nelle formule condensate anche le linee che esprimono legami covalenti sono omesse.

Per alcune molecole la struttura di Lewis (Kekulé) NON descrive esattamente la distribuzione elettronica nella molecola

ione carbonato
 CO_3^{2-}



quale atomo di O non verrà attratto da un catione?

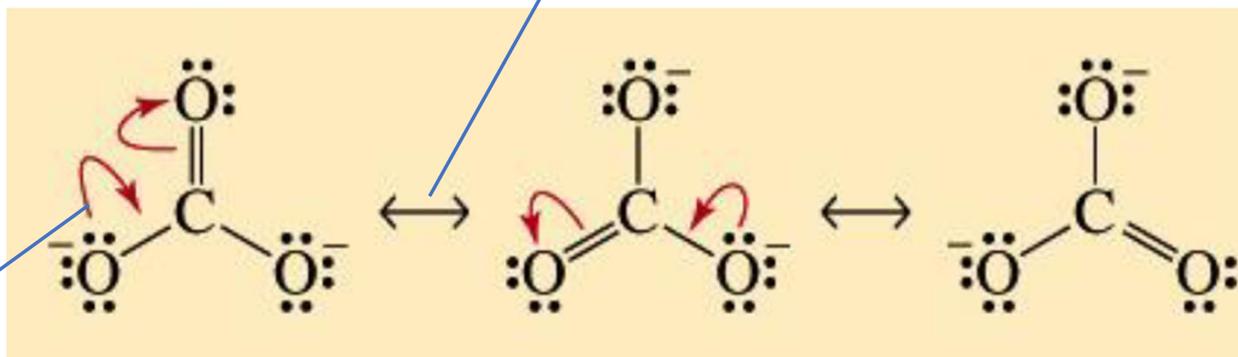


La mappa del potenziale elettrostatico dello ione carbonato mostra come i **3 atomi di ossigeno siano equivalenti**

Come posso descrivere in modo corretto la struttura dello ione carbonato?

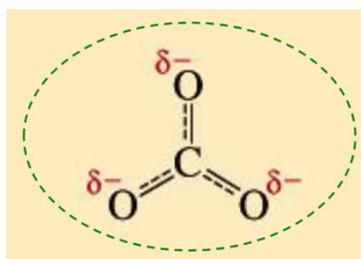
La struttura che meglio descrivere la molecola è una combinazione tra le diverse strutture limite denominata **IBRIDO DI RISONANZA**

La freccia a doppia punta si usa per indicare strutture di risonanza



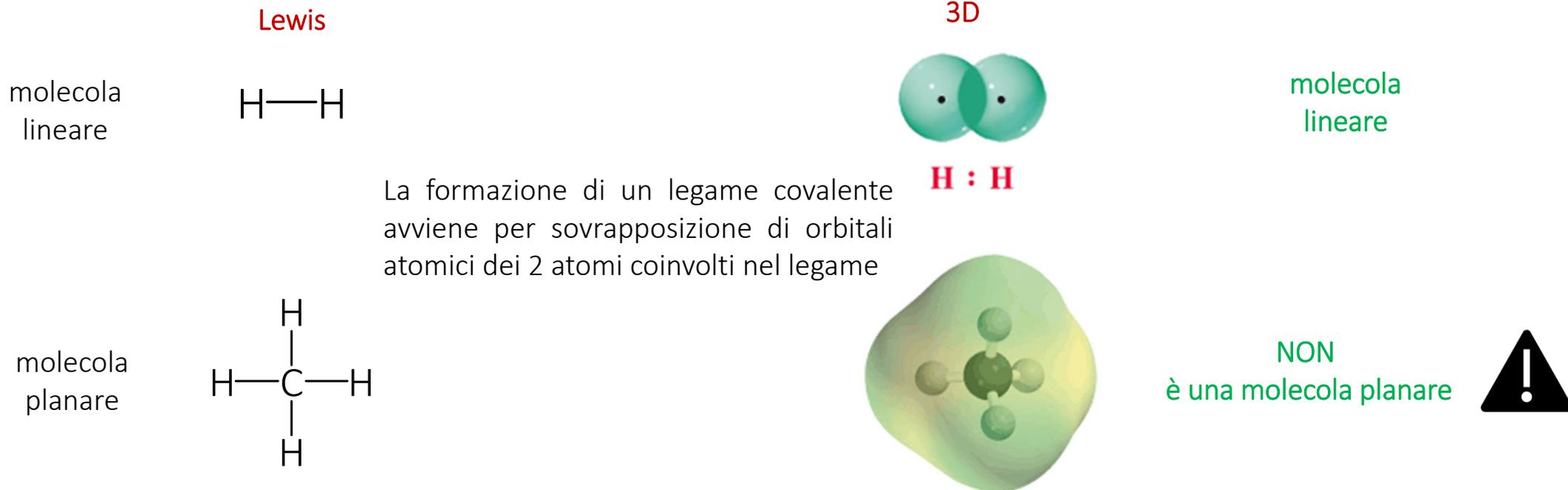
La freccia curva indica spostamento di elettroni

Per passare da una struttura all'altra si spostano coppie di elettroni (freccia curva) ma **GLI ATOMI MANTENGONO LE LORO POSIZIONI**



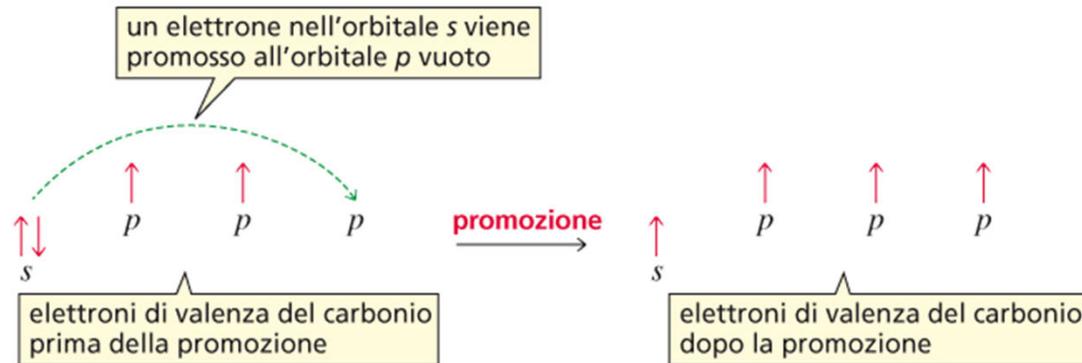
Un ibrido di risonanza è **PIÙ STABILE** di una qualsiasi delle strutture limite perché delocalizza la nuvola elettronica su un volume più ampio

Le strutture di Lewis possono dare una FALSA rappresentazione della GEOMETRIA della molecola



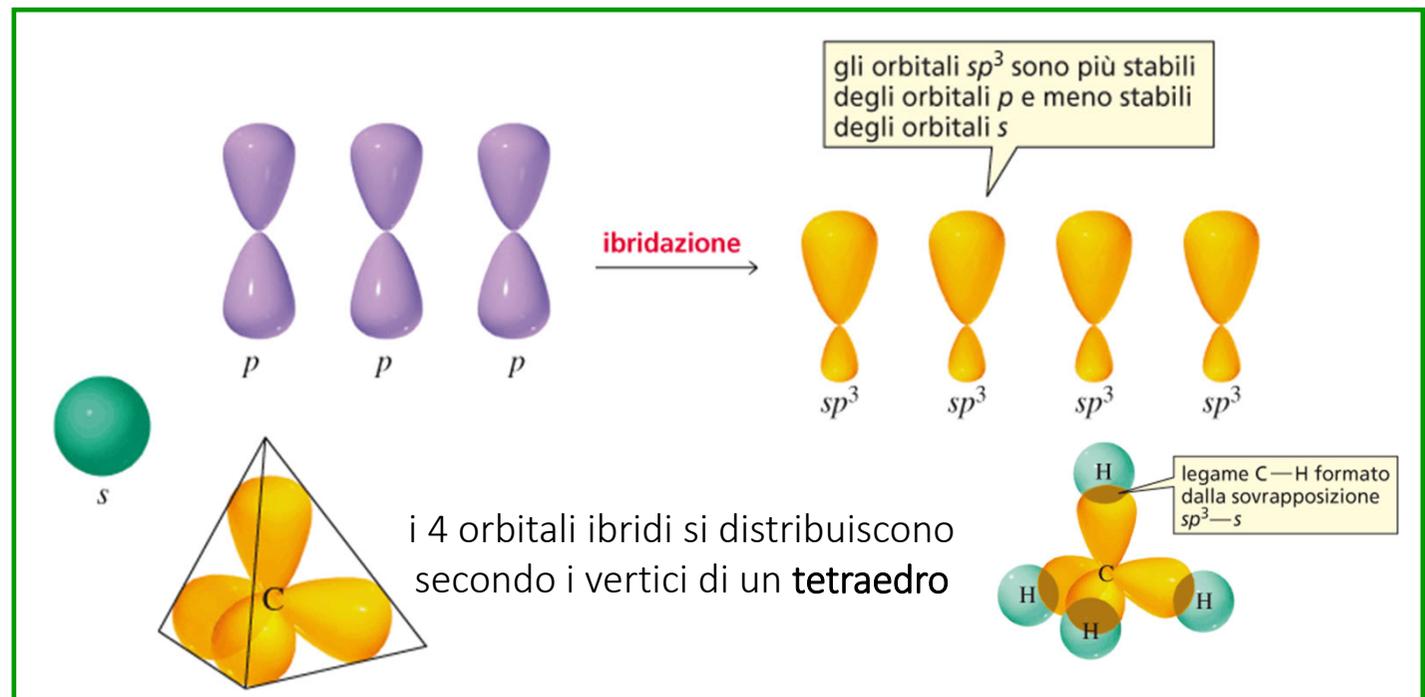
Come possiamo spiegare la formazione di 4 legami covalenti identici nel metano?

C ha 2 elettroni spaiati, se formasse solo 2 legami covalenti non raggiungerebbe l'ottetto

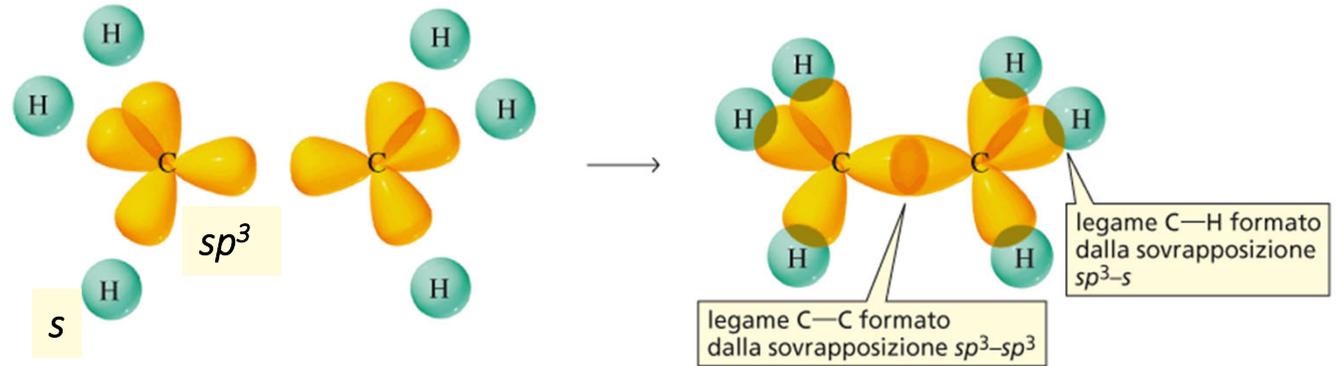
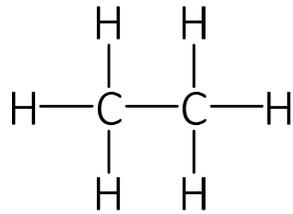


se il C usasse 1 orbitale s e 3 p per formare i 4 legami questi non sarebbero identici tra loro

Orbitali ibridi derivano dalla combinazione di orbitali atomici



Etano

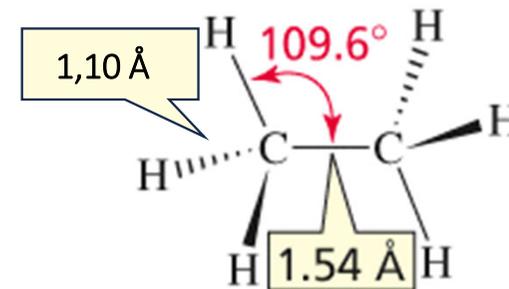


Tutti i legami hanno la stessa lunghezza?

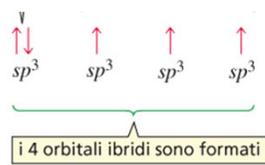
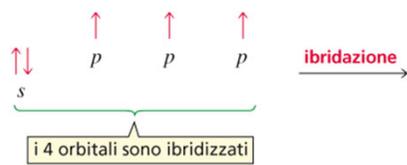
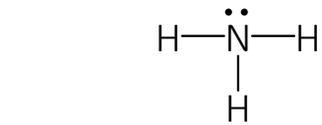
2 tipi di legami σ nella molecola di etano:

σ (C-C) : 2 orbitali sp^3

σ (C-H) : 1 sp^3 e 1 s

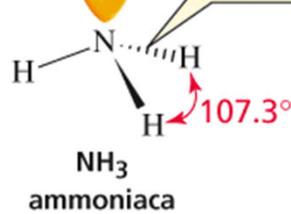


NON SOLO IL CARBONIO FORMA ORBITALI IBRIDI

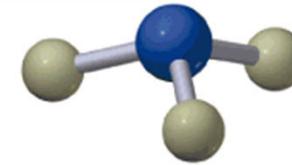


la coppia di elettroni non condivisa occupa un orbitale sp^3

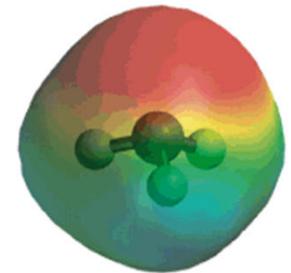
legame formato dalla sovrapposizione di un orbitale sp^3 dell'azoto con l'orbitale s dell'idrogeno



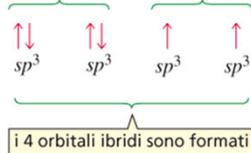
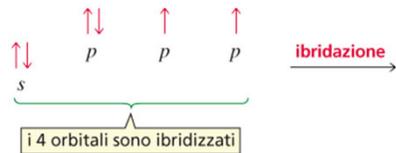
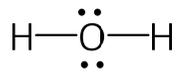
NH_3
ammoniaca



modello con sfere e bastoncini dell'ammoniaca

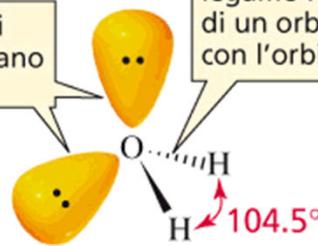


mappa di potenziale elettrostatico per l'ammoniaca

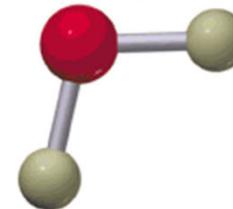


le coppie di elettroni non condivise occupano orbitali sp^3

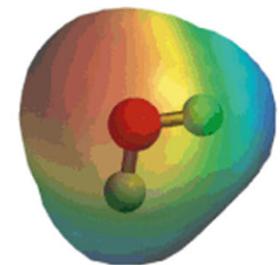
legame formato dalla sovrapposizione di un orbitale sp^3 dell'ossigeno con l'orbitale s dell'idrogeno



H_2O
acqua

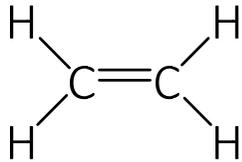


modello con sfere e bastoncini dell'acqua

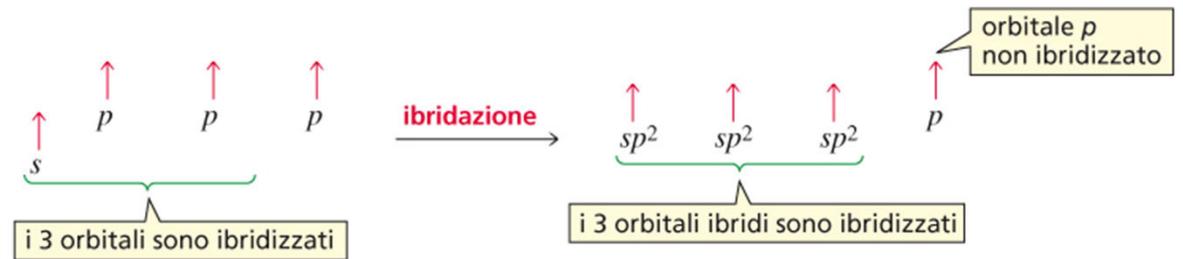


mappa di potenziale elettrostatico per l'acqua

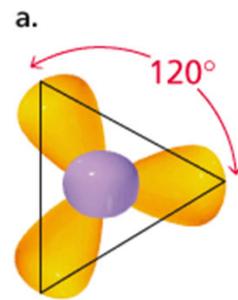
Etene



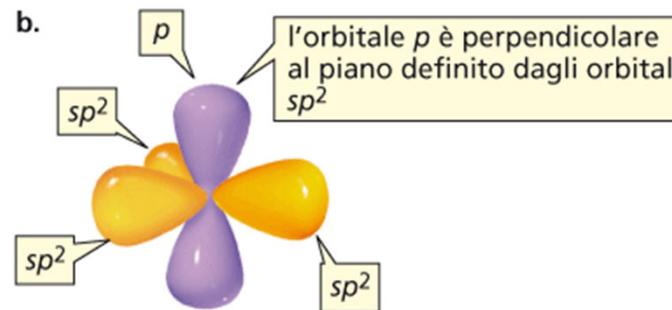
ogni C forma 4 legami , ma ciascuno è legato a soli 3 atomi



gli orbitali sp^2 stanno su un PIANO

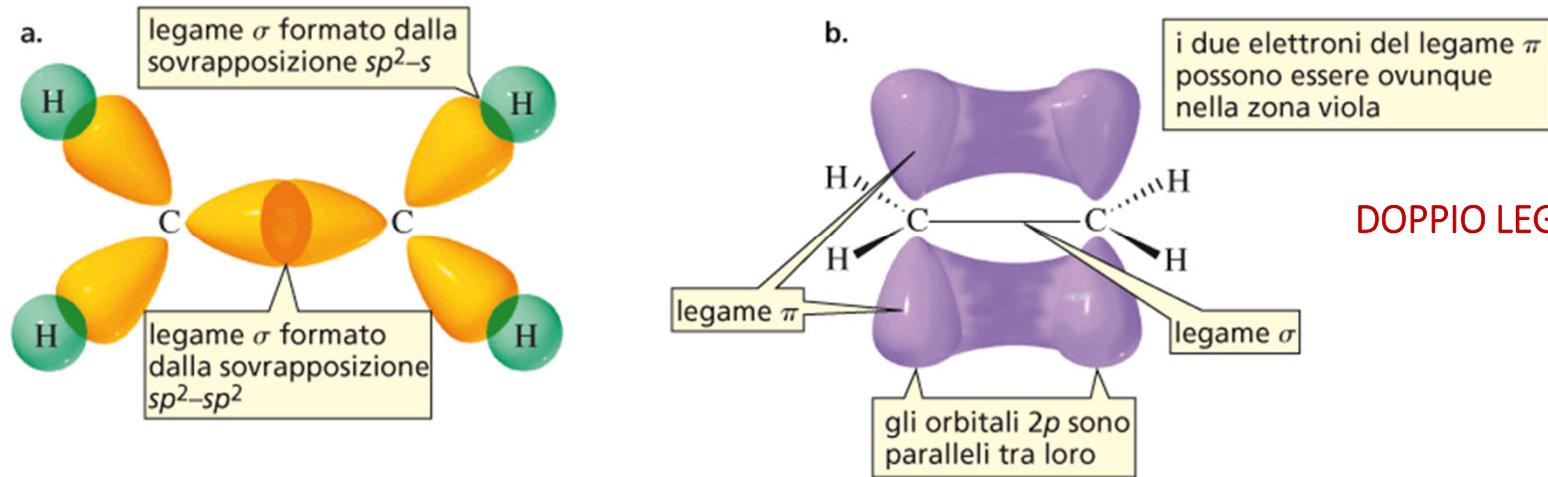


vista dall'alto



vista laterale

Etene



DOPPIO LEGAME

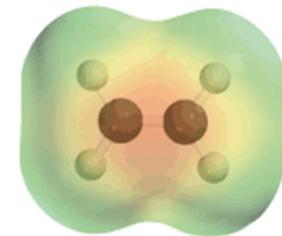
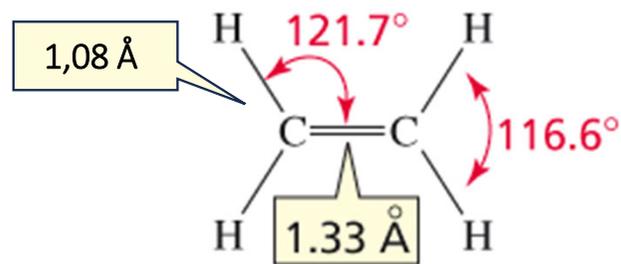
3 tipi di legami nella molecola di etene:

σ (C-C) : 2 orbitali sp^2

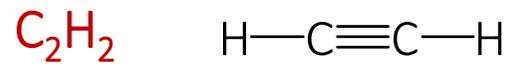
π (C-C): 2 orbitali 2p

σ (C-H) : sp^2 e s

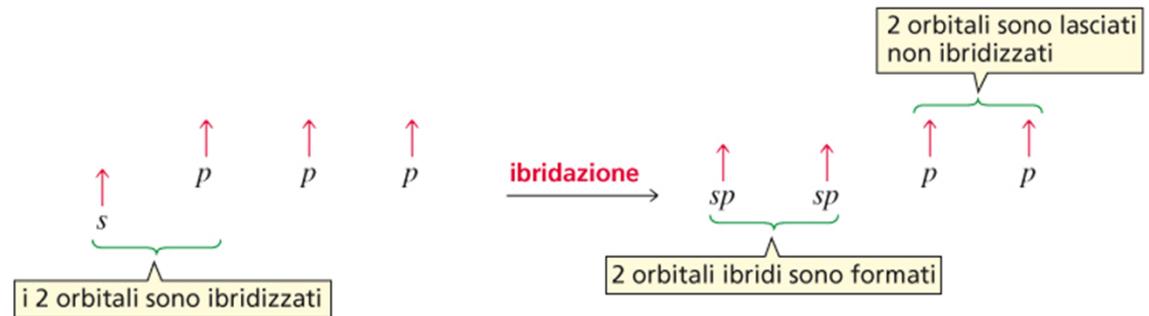
MOLECOLA PLANARE



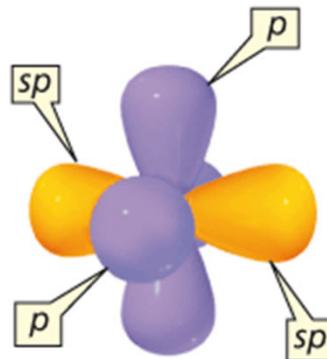
Etino



ogni C forma 4 legami , ma ciascuno è legato a soli 2 atomi

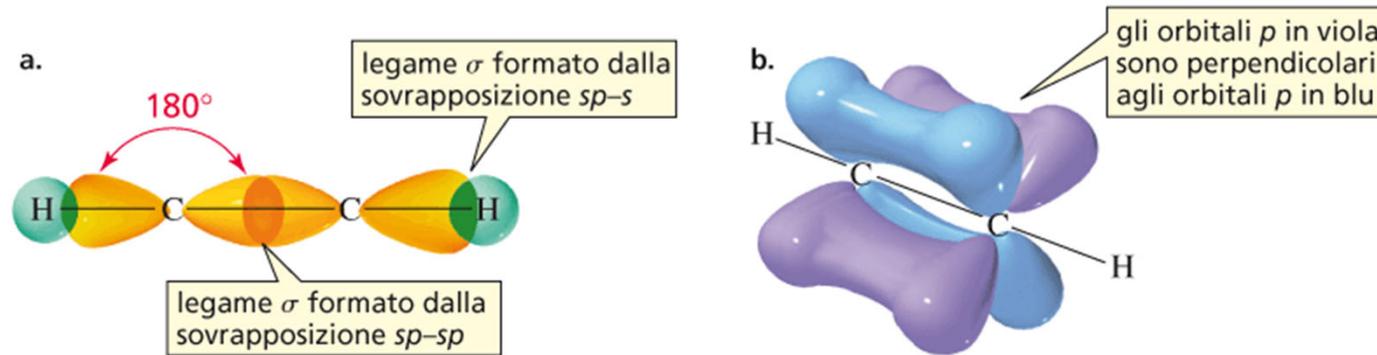


gli orbitali sp sono disposti
in direzioni OPPOSITE



gli orbitali p non ibridizzati sono
perpendicolari tra loro

Etino



TRIPLO LEGAME

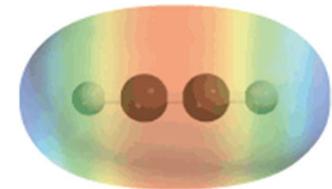
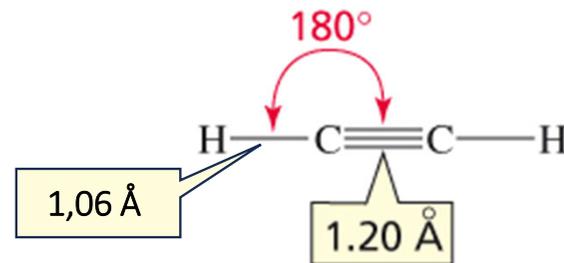
3 tipi di legami nella molecola di etino:

σ (C-C) : 2 orbitali sp

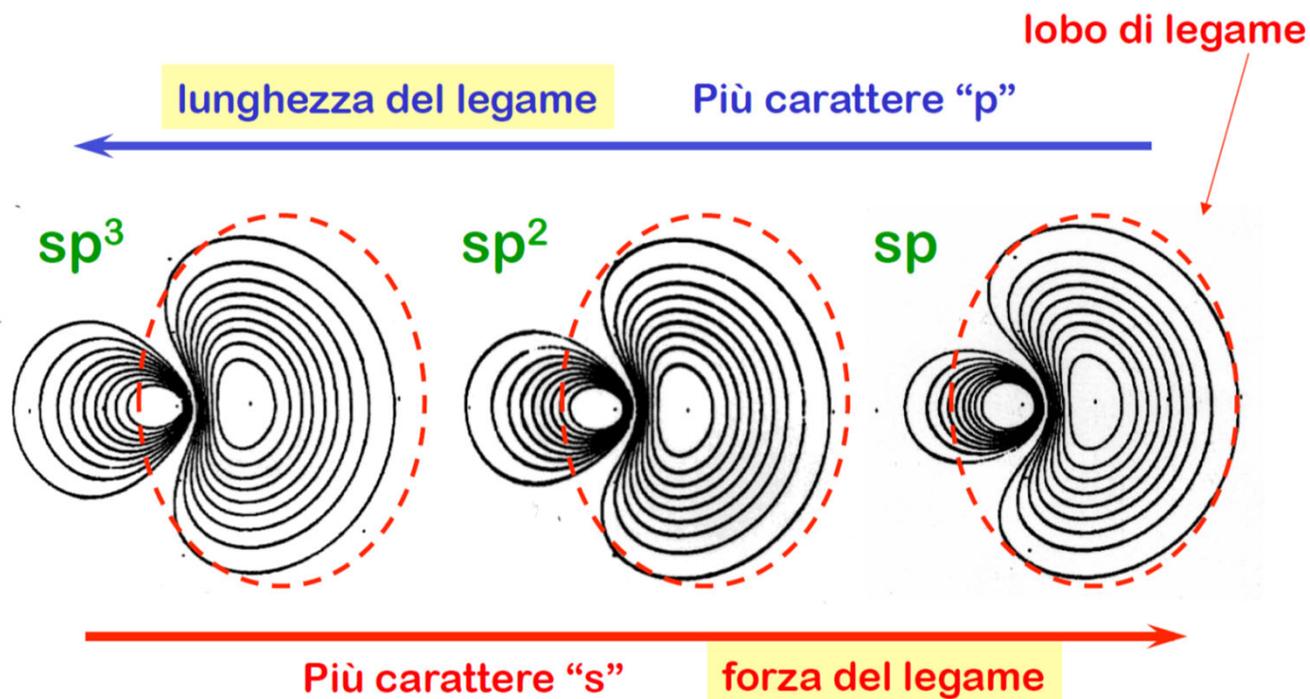
π (C-C): 2 orbitali $2p$

σ (C-H) : sp e s

MOLECOLA LINEARE

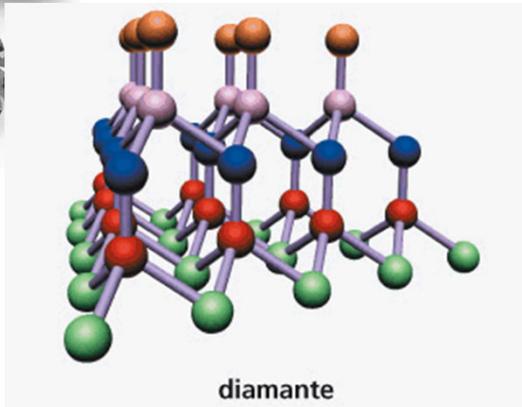


ORBITALI IBRIDI sp^x A CONFRONTO



Maggiore è il carattere s di un orbitale ibrido più i **legami σ** che formerà saranno **più corti** e **più forti** perché la **densità elettronica** nel lobo di legame è **maggiore**

DIAMANTE, GRAFITE, GRAFENE

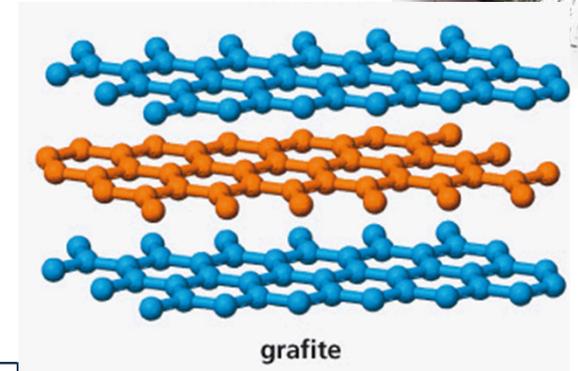


- ogni atomo di C è legato ad altri 4 C attraverso orbitali sp^3
- materiale con la massima durezza
- limpidezza e elevato indice di rifrazione

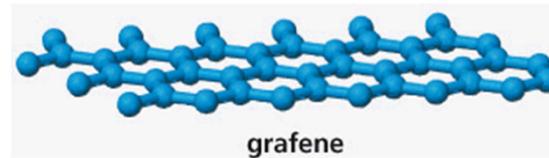
SOLO **ATOMI DI C** LEGATI TRA LORO
IN **DIFFERENTI IBRIDAZIONI**



PROPRIETA' DIFFERENTI e DIVERSA REATTIVITA'



- ogni atomo di C è legato ad altri 3 C attraverso orbitali sp^2
- disposizione planare a formare lamine piatte e stratificate
- buon conduttore



- singolo strato di grafite
- spessore di un atomo
- materiale più sottile e leggero noto
- Più duro del diamante, conduce meglio del rame

Argomenti trattati:

- ✓ Rappresentazioni della struttura di una molecola (formule di Lewis, carica formale e risonanza)
- ✓ Orbitali ibridi
- ✓ Molecole di metano, etano, etene, etino, acqua e ammoniaca

Bruice: capitolo 1 (paragrafi 4-9, 11-12)