

# La chimica organica è la chimica dei composti contenenti carbonio

I carbonati, il biossido di carbonio sono un'eccezione in quanto vengono classificati come composti inorganici. Una definizione più corretta potrebbe essere:

***La chimica dei composti  
contenenti legami carbonio-carbonio***

Il carbonio occupa un posto centrale nella Tavola Periodica.

**TABELLA 1.3 Serie di elettronegatività di alcuni elementi<sup>a</sup>**

IA	IIA	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
H 2,1								
Li 1,0	Be 1,5			B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2			Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0							Br 2,8
								I 2,5

elettronegatività crescente →

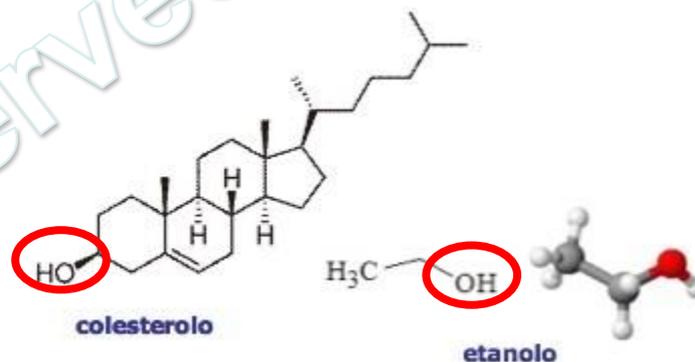
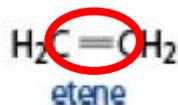
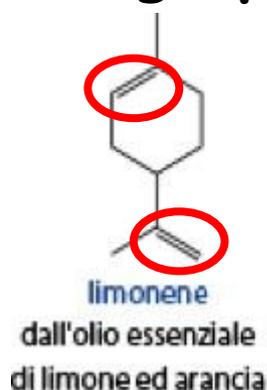
↑ elettronegatività crescente

<sup>a</sup> I valori di elettronegatività sono relativi, non assoluti. Per questo esistono varie scale di elettronegatività. Le elettronegatività qui indicate sono quelle della scala sviluppata da Linus Pauling.

Ha un'elettronegatività tale da preferire legami covalenti con gli altri non metalli, formando milioni di composti stabili.

# Gruppi funzionali

E' possibile catalogare tutti i composti organici in poche decine di famiglie. La collocazione di una molecola in una famiglia dipende dalla presenza di un caratteristico gruppo di atomi definito **gruppo funzionale**.



Etene e limonene appartengono alla stessa famiglia, quella degli alcheni, perché possiedono lo stesso gruppo funzionale, il **doppio legame C-C**, e la loro reattività chimica sarà molto simile indipendentemente dalle loro dimensioni o dalla loro complessità.

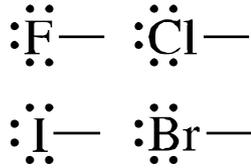
# LEGAME COVALENTE

- ✓ Condivisione di elettroni
- ✓ Puro o polare
- ✓ Singolo, doppio e triplo

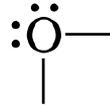
# Ricordare



un legame



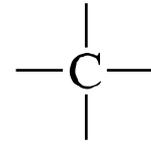
un legame



due legami



tre legami



quattro legami

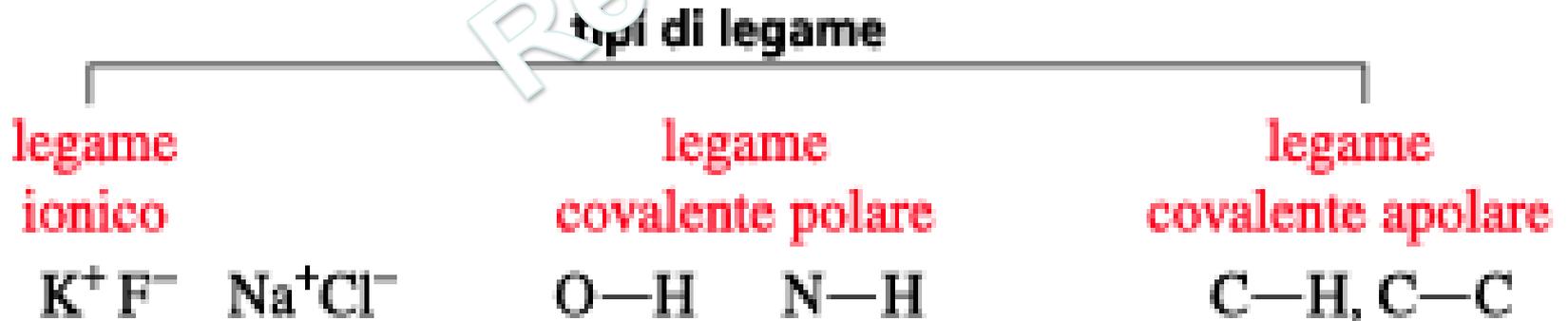
- H ha un solo legame
- F, Cl, Br e I hanno un solo legame e tre coppie di elettroni non condivise
- O ha due legami e due coppie di elettroni non condivise
- N ha tre legami ed una coppia di elettroni non condivisa
- C ha quattro legami

# LEGAME COVALENTE

Classificato in base alla differenza di elettronegatività tra gli atomi legati in:

**Legame covalente apolare** gli elettroni sono condivisi in misura uguale

**Legame covalente polare** gli elettroni sono condivisi in misura disuguale



# Come si stabilisce se un legame è apolare o polare? Elettronegatività!

- O e N più elettronegativi del C. Legami polarizzati
- C-C e C-H legami apolari

TABELLA 1.3 Serie di elettronegatività di alcuni elementi<sup>a</sup>

IA	IIA	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
H 2,1								
Li 1,0	Be 1,5			B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2			Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0							Br 2,8
								I 2,5

elettronegatività crescente

elettronegatività crescente

<sup>a</sup> I valori di elettronegatività sono relativi, non assoluti. Per questo esistono varie scale di elettronegatività. Le elettronegatività qui indicate sono quelle della scala sviluppata da Linus Pauling.

Sulla base di semplici considerazioni geometriche si può dimostrare la seguente corrispondenza:

N° di coppie

geometria

2

lineare

3

trigonale planare

4

tetraedrica

5

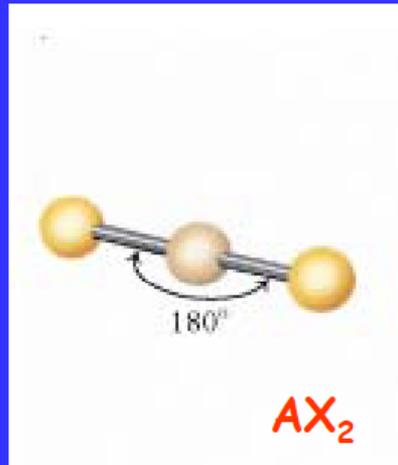
trigonale bpiramidale

6

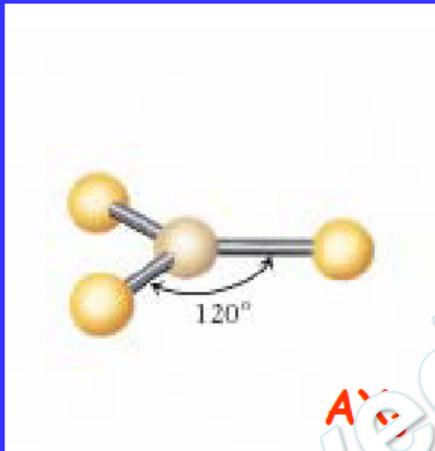
ottaedrica

Reserved

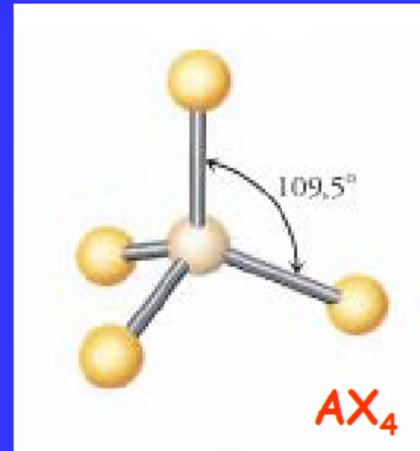
In questo conteggio vanno considerate tutte le coppie elettroniche attorno all'atomo centrale, sia le coppie di legame che quelle solitarie.



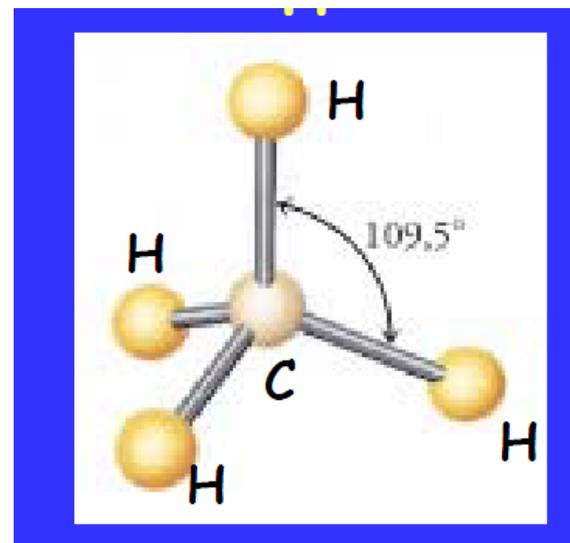
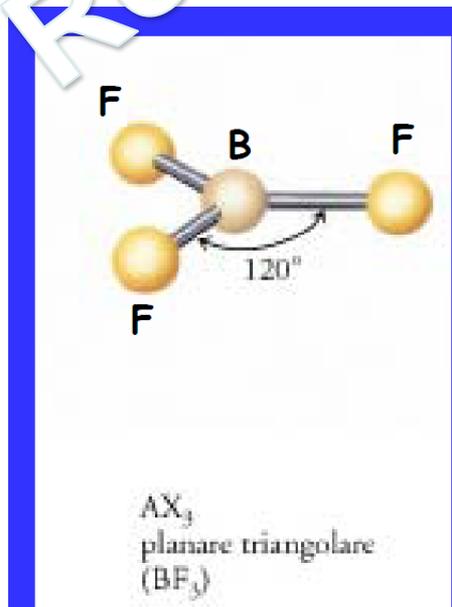
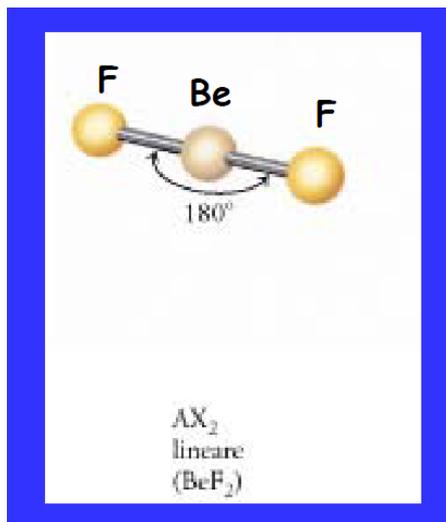
Lineare



Trigonale  
planare

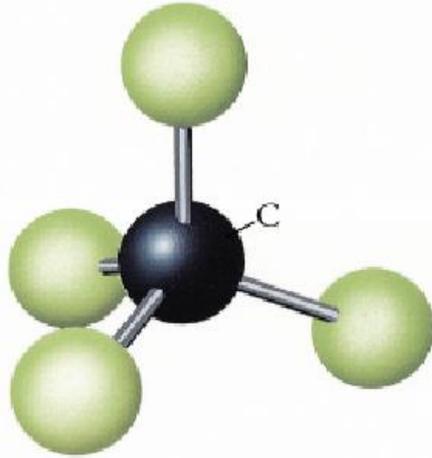


Tetraedrica



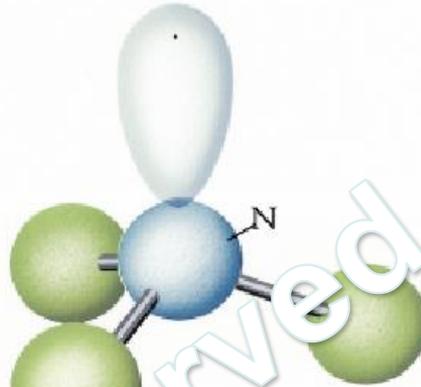
## Quattro coppie di elettroni:

Nessuna coppia solitaria



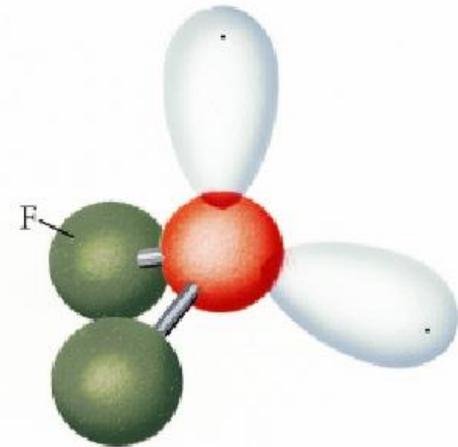
Tetraedrica ( $\text{CCl}_4$ )

Una coppia solitaria



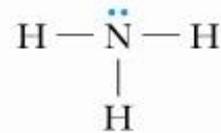
Piramidale triangolare ( $\text{NCl}_3$ )

Due coppie solitarie



Angolare ( $\text{OF}_2$ )

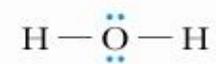
(a)



(b)

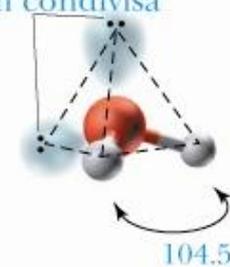


(a)



(b)

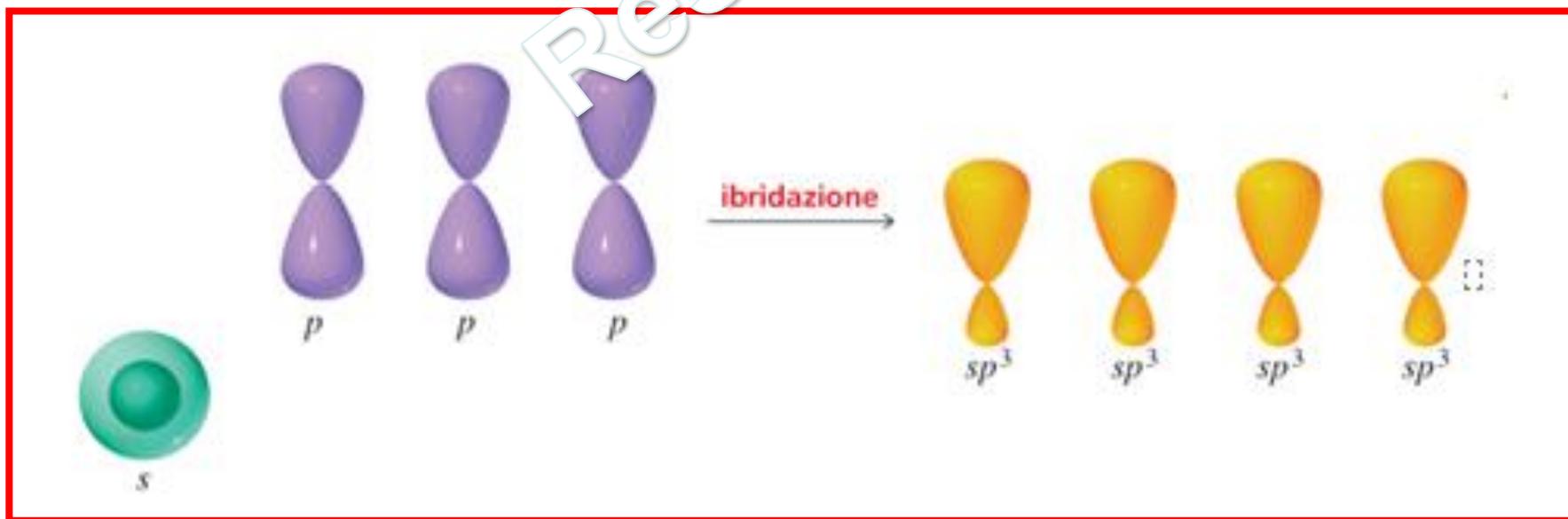
Coppia di elettroni non condivisa



# Ibridazione $sp^3$

Dalla combinazione di un orbitale atomico di tipo  $2s$  e 3 orbitali atomici di tipo  $2p$  si generano **4 orbitali atomici ibridi di tipo  $sp^3$** . **Ciascun orbitale ibrido  $sp^3$  ospita un elettrone.**

**Ricordare: il C appartiene al IV gruppo. 4 elettroni esterni da sistemare..**



## *Orbitali ibridi $sp^3$ , $sp^2$ ed $sp$*

L'apice nella designazione degli orbitali ibridi indica il numero di orbitali atomici che si combinano per formare gli orbitali ibridi.

Ad esempio:

$sp^3$

indica che per formare l'orbitale ibrido si combinano 1 orbitale atomico s e 3 orbitali atomici p

$sp^2$

indica che per formare l'orbitale ibrido si combinano 1 orbitale atomico s e due orbitali atomici p

$sp$

indica che per formare l'orbitale ibrido si combinano 1 orbitale atomico s ed 1 orbitale atomico p

Il carbonio è in grado di formare legami multipli (doppi o tripli) in cui presenta *ibridazione non* di tipo  $sp^3$

-Ibridazione  $sp^2$

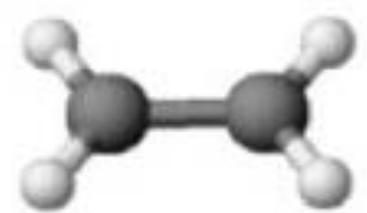
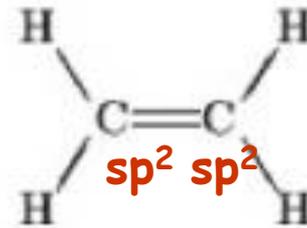
-Ibridazione  $sp$

Reserved

# ibridazione $sp^2$

## Doppio legame $C=C$

◆ Uno dei legami, del doppio legame, risulta dalla sovrapposizione assiale di un orbitale  $sp^2$  di un C con l'orbitale  $sp^2$  dell'altro C; questo è un **legame sigma ( $\sigma$ )**

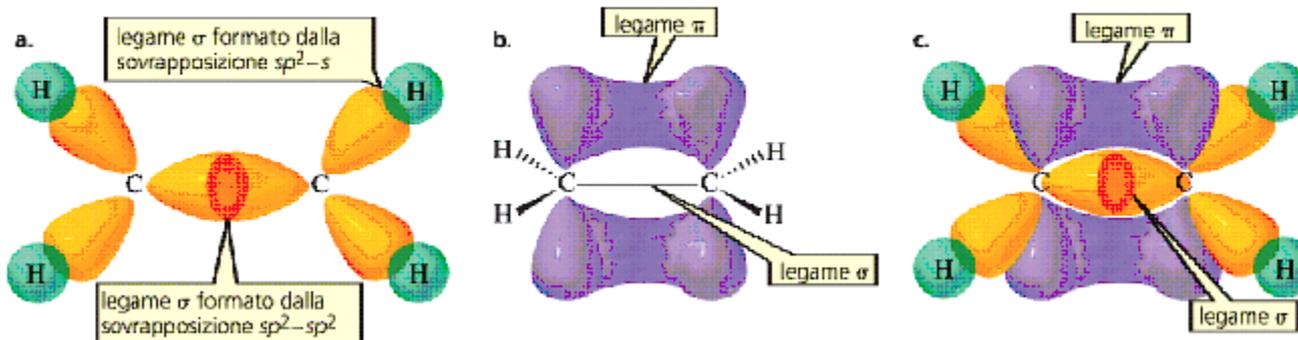


◆ Il secondo legame  $C-C$  si origina dalla sovrapposizione laterale dei due orbitali p non ibridati. Si genera in questo modo un legame detto **legame pi ( $\pi$ )**

# Formazione di legami covalenti $\sigma$ e $\pi$ per sovrapposizione di orbitali atomici

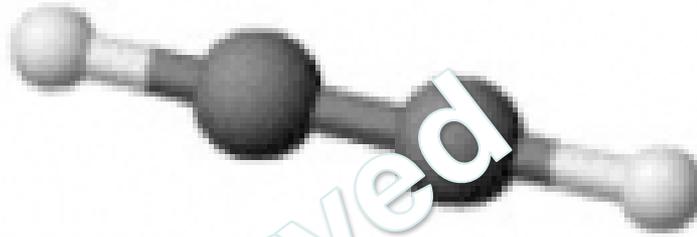
Un legame  $\sigma$  è un legame covalente in cui la sovrapposizione degli orbitali del legame avviene lungo l'asse che unisce i due nuclei.

Un legame  $\pi$  ( $\pi$ ) è un legame covalente formato per sovrapposizione laterale di orbitali non ibridi p paralleli.



# Triplo legame e ibridazione sp

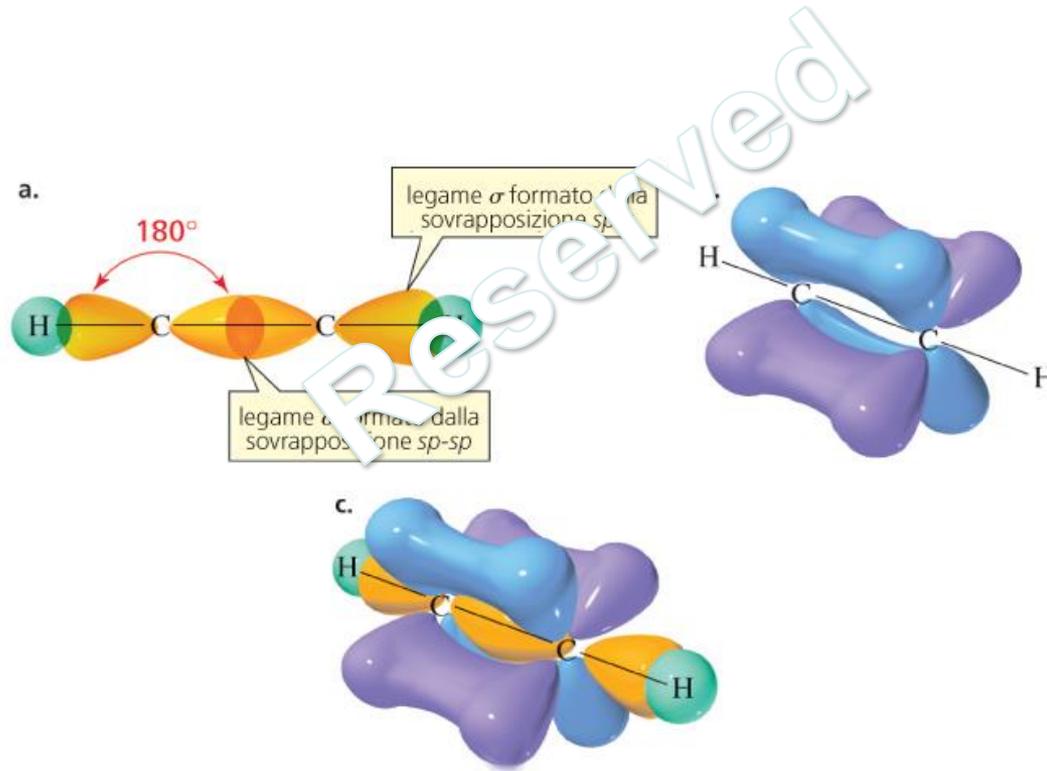
Il carbonio può formare anche legami tripli come nella molecola di acetilene (oppure etino). I due carboni hanno **ibridazione sp**.



L'ibridazione sp origina dalla combinazione dell'orbitale 2s e uno solo degli orbitali p. Ne risultano 2 orbitali ibridi sp e due orbitali p non ibridati, tutti contenenti un elettrone spaiato.



Quando due carboni con ibridazione  $sp$  si legano, gli orbitali  $sp$  si sovrappongono per formare un legame  $\sigma$ . Dalla sovrapposizione laterale dei 4 orbitali  $p$  che restano (2 per ciascun carbonio) si formano due legami  $\pi$ .



**Formazione del triplo legame carbonio - carbonio (uno di tipo  $\sigma$  e due di tipo  $\pi$ ) nella molecola di acetilene**

In tabella sono riassunti la relazione tra il numero di gruppi legati al carbonio, l'ibridazione degli orbitali ed i tipi di legame coinvolti.

**TABELLA 1.9** Legami covalenti del carbonio

Gruppi legati al carbonio	Ibridazione degli orbitali	Angoli di legame previsti	Tipo di legami di carbonio	Esempio	Nome
4	$sp^3$	$109.5^\circ$	quattro legami sigma	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	etano
3	$sp^2$	$120^\circ$	tre legami sigma e un legame pi	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \text{H} \\  \diagdown \quad \diagup \\  \text{C}=\text{C} \\  \diagup \quad \diagdown \\  \text{H} \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	etilene
2	$sp$	$180^\circ$	due legami sigma e due legami pi	$  \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}  $	acetilene

Ibridazione  $sp^3$  geometria tetraedrica con angoli di  $109.5^\circ$

Ibridazione  $sp^2$  geometria planare con angoli di  $120^\circ$

Ibridazione  $sp$  geometria lineare con angoli di  $180^\circ$

**Importante:** l'ibridazione non riguarda solo il C ma ANCHE Ossigeno e azoto.

**Azoto:**  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$

**Ossigeno:**  $sp^3$ ,  $sp^2$

## RIEPILOGANDO

Tutti i legami singoli sono legami  $\sigma$

Tutti i doppi legami sono formati da un legame  $\sigma$  e da un legame  $\pi$

Tutti i tripli legami sono formati da un legame  $\sigma$  e da due legami  $\pi$

*Il modo più semplice per determinare l'ibridazione di un atomo di C, O o N è quello di guardare il numero di legami  $\pi$  che forma.*

- ◆ Se non forma legami  $\pi$  ha ibridazione  $sp^3$
- ◆ Se forma un legame  $\pi$  ha ibridazione  $sp^2$
- ◆ Se forma due legami  $\pi$  ha ibridazione  $sp$

Esempi: indicare ibridazione del C in HCN/R<sub>2</sub>CO/RCH<sub>2</sub>OH/RCHO

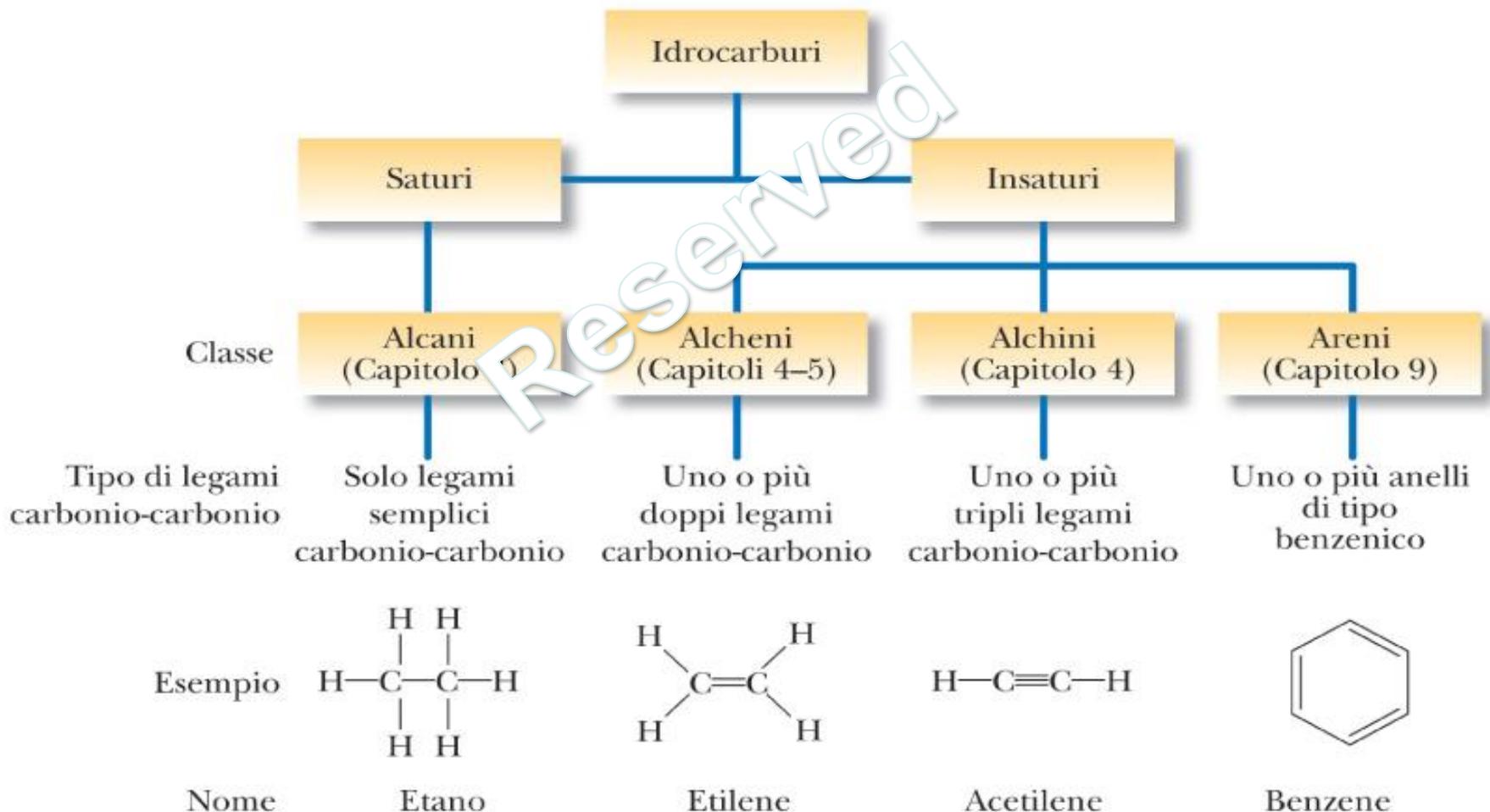
Ricordare che il C deve formare 4 legami, O 2 legami, N 3 legami, H 1 legame...Lewis...

**Andiamo nel dettaglio delle  
famiglie di composti organici**

Reserved

# GLI IDROCARBURI

Gli idrocarburi contengono solo carbonio e idrogeno



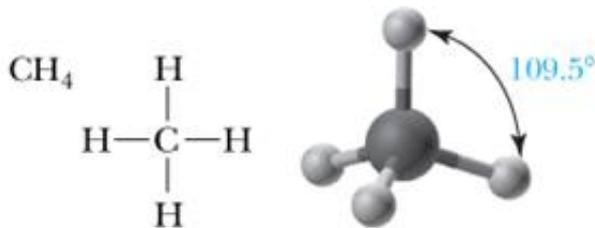
# Alcani

Gli alcani noti anche come *idrocarburi saturi* sono molecole organiche costituite solo da carbonio e idrogeno con **esclusivamente legami singoli**.

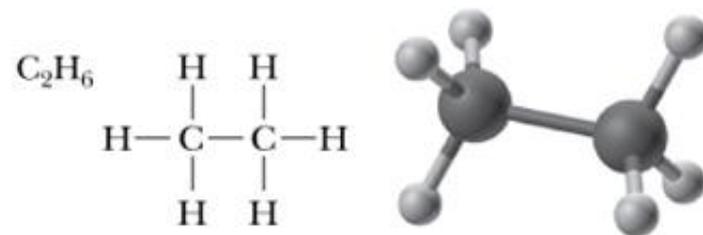
▲ Formula molecolare  $C_nH_{2n+2}$

▲ Ibridazione  $sp^3$  del carbonio. Geometria tetraedrica

▲ La famiglia degli alcani è una serie **omologa**. Ogni membro differisce dal successivo per un metilene (gruppo  $CH_2$ ).



Metano



# Nomenclatura alcani lineari

• Gli alcani con n. di atomi di carbonio  $\leq 4$  hanno nomi tradizionali (metano, etano, propano e butano)

• Per gli alcani con n. di atomi di carbonio  $n > 4$ , semplici e non ramificati, il nome si ottiene in accordo con le regole **IUPAC** aggiungendo:

il **suffisso -ano** alla **radice greca** del numero di atomi di carbonio (**pent-** per cinque, **es-** per sei etc.)

# Nomi degli alcani lineari semplici

Numero di C	Radice	suffisso	nome
1	Met	ano	Metano
2	Et	ano	Etano
3	Prop	ano	Propano
4	But	ano	Butano
5	Pent	ano	Pentano
6	Es	ano	Esano
7	Ept	ano	Eptano
8	Ott	ano	Ottano
9	Non	ano	Nonano
10	Dec	ano	Decano

I **primi quattro prefissi** della tabella furono scelti dalla IUPAC perché erano già radicati nel linguaggio della chimica organica. Ad esempio il prefisso but- appare nel nome dell'acido butirrico, un composto a 4 atomi di C formato per ossidazione all'aria del grasso del burro (dal latino butyrum, burro)

**TABELLA 3.1 Nomi, formule molecolari e formule di struttura abbreviate dei primi 20 alcani con catene non ramificate**

Nome	Formula molecolare	Formula di struttura abbreviata	Nome	Formula molecolare	Formula di struttura abbreviata
metano	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	undecano	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> CH <sub>3</sub>
etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	dodecano	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CH <sub>3</sub>
propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	tridecano	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> CH <sub>3</sub>
butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	tetradecano	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> CH <sub>3</sub>
pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	pentadecano	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>13</sub> CH <sub>3</sub>
esano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	esadecano	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> CH <sub>3</sub>
eptano	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	eptadecano	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> CH <sub>3</sub>
ottano	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>3</sub>	ottadecano	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> CH <sub>3</sub>
nonano	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH <sub>3</sub>	nonadecano	C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>17</sub> CH <sub>3</sub>
decano	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> CH <sub>3</sub>	eicosano	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> CH <sub>3</sub>

# Radicali alchilici o gruppi alchilici

Rimuovendo un idrogeno da una catena alchilica si ottiene un radicale alchilico o gruppo alchilico.

Il nome di un radicale alchilico si ottiene sostituendo il suffisso **ano** dell'alcano corrispondente con il suffisso **ile**.

$\text{CH}_4$ metano	$\text{CH}_3-$	metile
$\text{CH}_3\text{CH}_3$ etano	$\text{CH}_3\text{CH}_2-$	etile
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ propano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	propile

Il nome dei radicali alchilici è molto importante per la nomenclatura degli alcani ramificati.

# Nomenclatura

**I**nternational

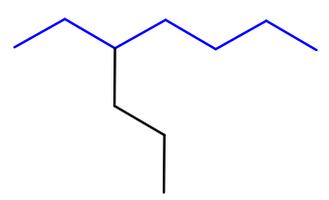
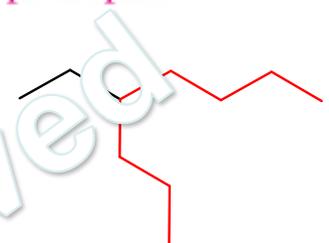
**U**nion of

**P**ure and

**A**ppplied

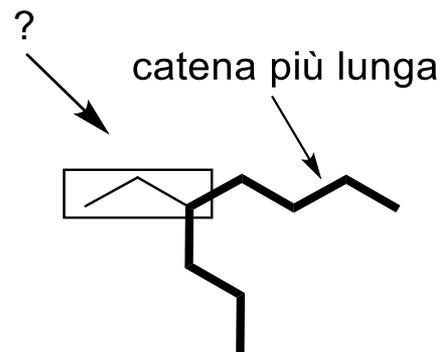
**C**hemistry

1. Individuare la catena carboniosa più lunga. Può essere necessario "svoltare"  
 La catena deve avere un inizio e una fine. La catena può essere piegata



2. Individuazione delle ramificazioni (o sostituenti) della catena aggiungendo la desinenza *ile* alla radice corrispondente al numero di carboni di cui è formato il sostituente

In questo esempio: sostituente formato da due carboni → radice → *et* → desinenza → *ile* → *etile*

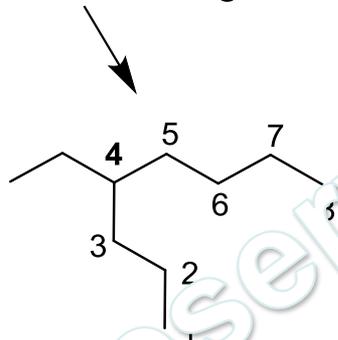


**!attenzione a come sono scritti**

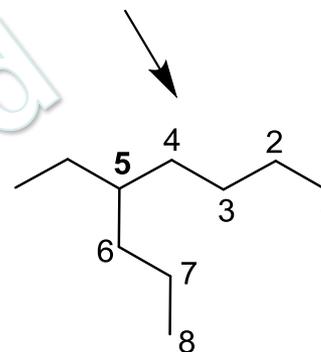
### 3. Numerazione della catena principale

bisogna scegliere quella che da il numero più basso possibile al carbonio che porta il sostituente. Nel nostro esempio la numerazione esatta è quella da sinistra a destra in modo da dare il numero 4 al carbonio sostituito con il gruppo etile.

Numerazione giusta



Numerazione errata



### 4. Costruzione del nome definitivo.

Il nome finale si costruisce scrivendo nell'ordine da sinistra a destra: posizione del sostituente, trattino, nome del sostituente, nome della catena principale (fusi in un'unica parola)

posizione sostituente

—

nome sostituente

catena principale

**Nel nostro esempio il nome completo è: 4-etilottano**



Nota bene: nella costruzione del nome tutte le vocali finali dei sostituenti si eliminano

•Se la catena principale porta più sostituenti, bisogna dare il numero più basso possibile al 1° sostituente.



Il nome completo è: 3-etil-6-metilnonano.

•Quando ci sono più sostituenti uguali si usano prefissi di, tri, tetra etc



Il nome completo è: 2,5-dimetilottano.

•Se tutte le possibili direzioni di numerazione portano allo stesso numero per il 1° sostituente si procede in modo da dare il numero più basso al 2° sostituente



Il nome completo è: 2,3,6-trimetileptano.

•Se tutte le possibili direzioni di numerazione portano allo stesso numero per il 1° sostituente, si numera in modo da dare il n più basso possibile al sostituente con priorità alfabetica



Il nome completo è: 2-cloro-5-metilesano.

# ISOMERI

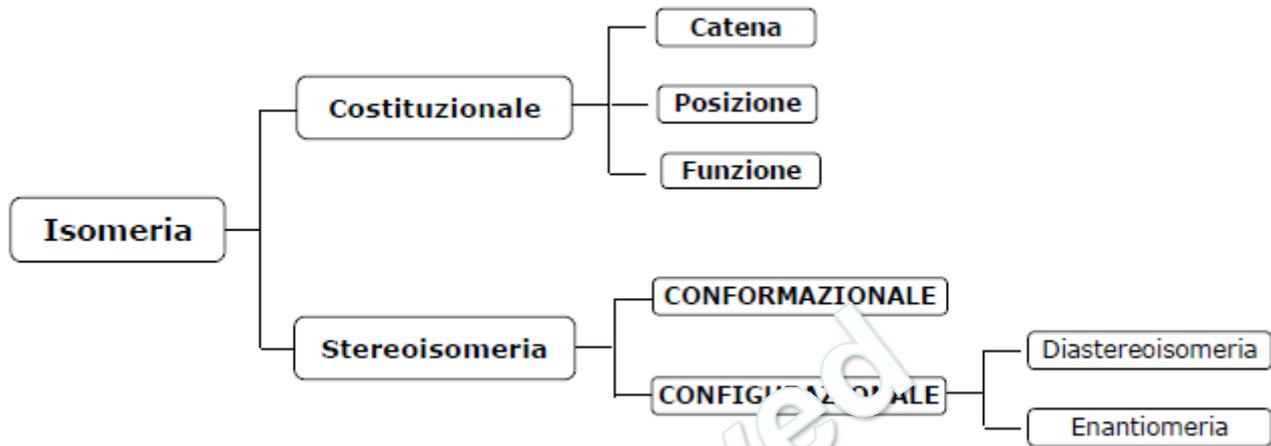
Si definiscono isomeri

composti con **identica formula molecolare**, ma **diversa struttura** (concatenazione degli atomi) o **diversa configurazione // conformazione** (disposizione degli atomi nello spazio)

N.B.

- formula molecolare: *quali e quanti atomi sono presenti nella molecola*
- formula di struttura: *in che modo questi atomi sono reciprocamente disposti*

**Gli isomeri hanno quindi stesso peso molecolare, ma diverse caratteristiche chimico-fisiche**



### Gli isomeri costituzionali possono essere:

- **di catena**, che interessa la struttura (cioè "scheletro" di carbonio
- **di posizione**, che interessa la posizione di legami multipli o di gruppi contenenti atomi diversi da carbonio e idrogeno;
- **di gruppo funzionale**, isomeri cioè che pur avendo formula bruta uguale, presentano gruppi funzionali diversi

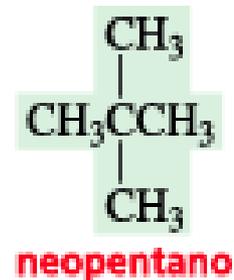
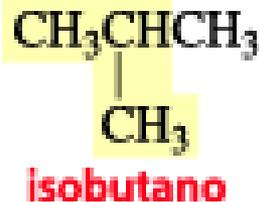
### Gli stereoisomeri:

- **configurazionali**, o **ottici**, nelle molecole in cui sono presenti degli elementi [stereogenici](#)
- **Geometrici** nelle molecole la cui struttura impedisce una libera rotazione attorno a uno o più legami
- **Conformazionali**: diverse orientazioni date dalla rotazione intorno un legame C-C

# Isomeri di catena

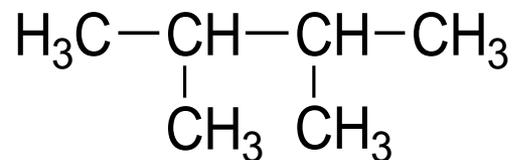
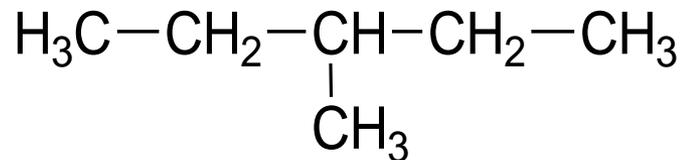
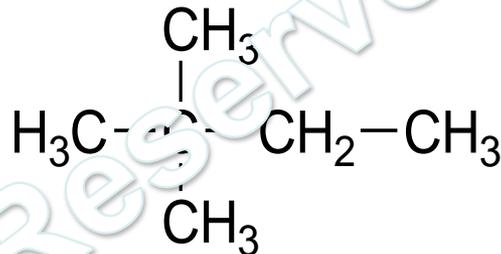
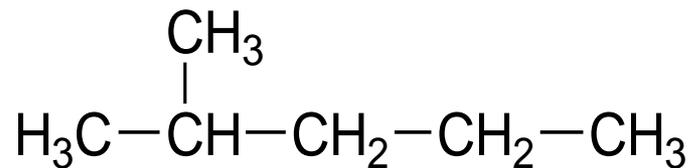
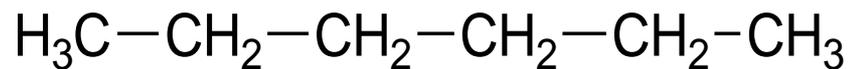
Sono composti che hanno la stessa formula molecolare ma **diversa formula di struttura** (cioè differiscono per l'ordine in cui sono legati gli atomi).

Esistono 2 possibili strutture che possiamo scrivere per un alcano a 4 C (formula molecolare  $C_4H_{10}$ ): una struttura lineare e una ramificata.



**Attenzione: bisogna saperli prevedere....**

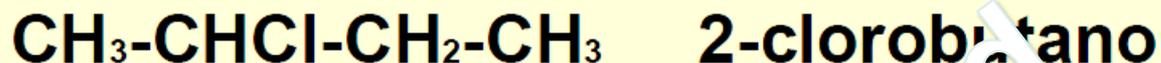
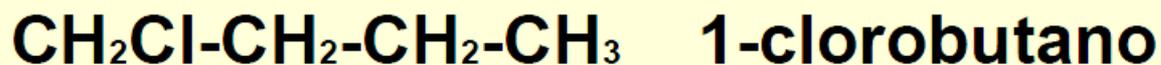
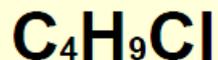
# $C_6H_{14}$ : abbiamo 5 isomeri di struttura



Vi sono 3 isomeri strutturali di formula  $C_5H_{12}$   
75 isomeri strutturali di formula  $C_{10}H_{22}$   
~ 37 milioni di isomeri strutturali di formula  $C_{25}H_{52}$

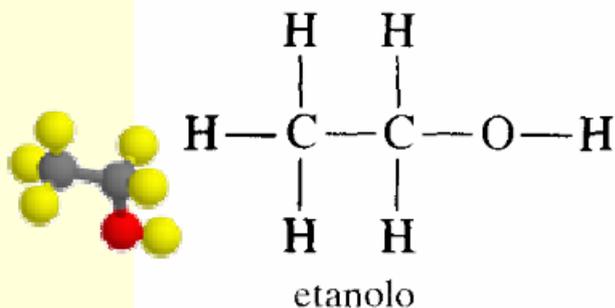
<b>Atomi di carbonio</b>	<b>Isomeri strutturali</b>
<b>1</b>	<b>0</b>
<b>5</b>	<b>3</b>
<b>10</b>	<b>75</b>
<b>15</b>	<b>4347</b>
<b>25</b>	<b>36797588</b>

- Isomeri di **posizione**

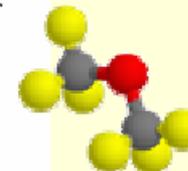
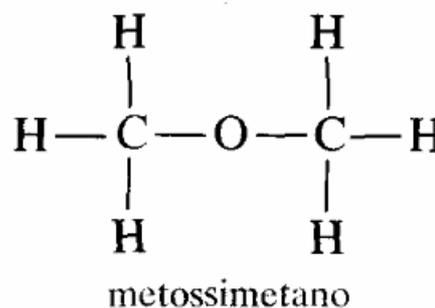


Attenzione: bisogna saperli prevedere... Quanti isomeri per  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$ ??

- Isomeri di **funzione**



e



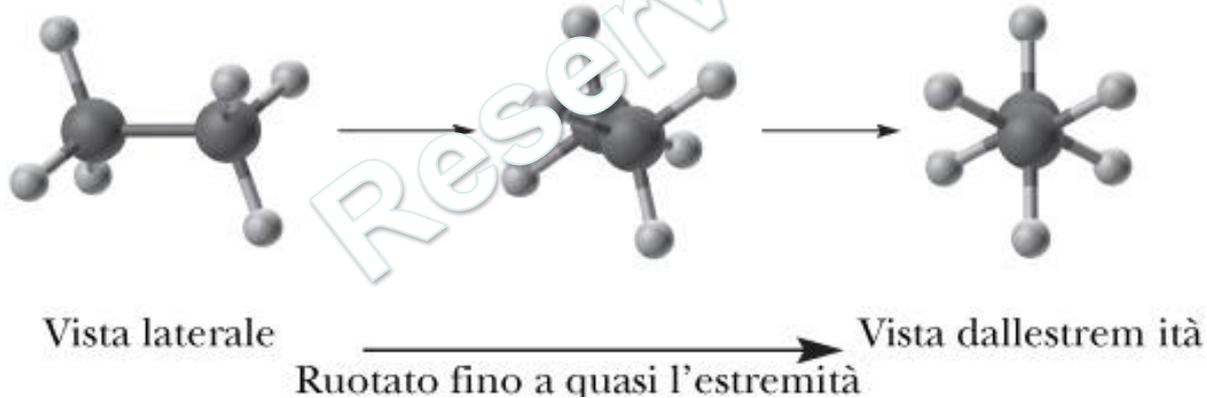
Alcoli/eteri; aldeidi/chetoni...

# CONFORMAZIONE NELL'ETANO

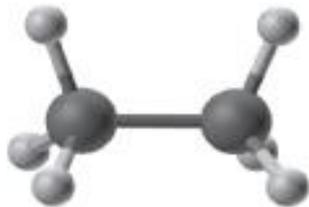
La libera rotazione del legame singolo C-C genera, nell'etano, due isomeri conformazionali:

- conformazione sfalsata
- conformazione eclissata

(a)



(a)



Vista laterale

(b)



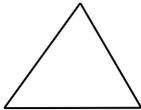
Ruotato fino a quasi l'estremità

# Cicloalcani

▲ Formula molecolare  $C_nH_{2n}$  ( $n \geq 3$ )

▲ Ibridazione  $sp^3$  del carbonio. Tutti legami semplici.  
Geometria tetraedrica del carbonio

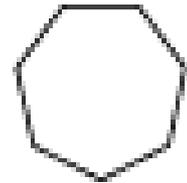
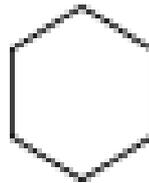
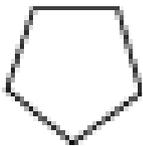
Gli atomi di carbonio sono disposti ad anello. Possono essere rappresentati come dei poligoni dove ogni vertice corrisponde ad un gruppo  $CH_2$ .



Ciclopropano



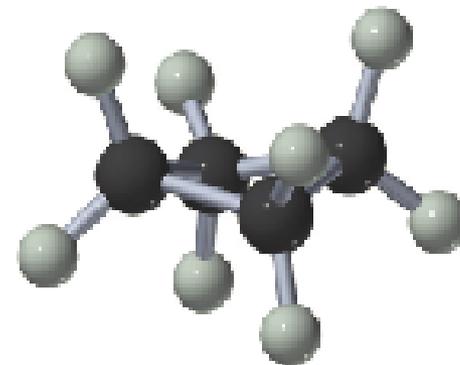
Ciclobutano



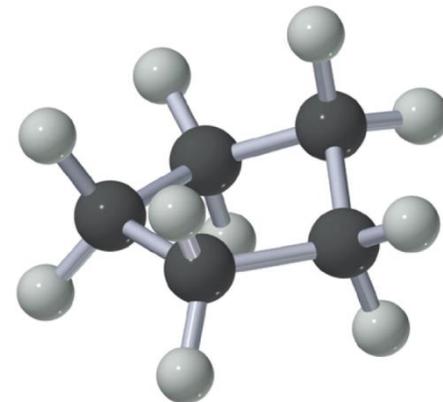
La nomenclatura segue le stesse regole adottate per gli alcani. Si premette il prefisso *ciclo-*

I cicloalcani, ad eccezione del ciclopropano, non sono piani ma adottano delle conformazioni ripiegate tridimensionali **ISOMERIA CONFORMAZIONALE**

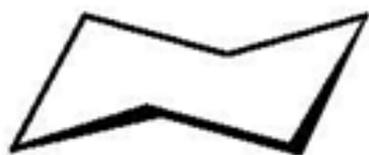
Il ciclobutano adotta una conformazione in cui uno dei due  $\text{CH}_2$  è a  $25^\circ$  rispetto al piano definito dagli altri 3 gruppi  $\text{CH}_2$ .



Il ciclopentano assume, a causa della tensione torsionale, una conformazione piegata a busta in cui l'aumento di tensione angolare (angoli di  $105^\circ$ ) bilancia la diminuzione di tensione torsionale.



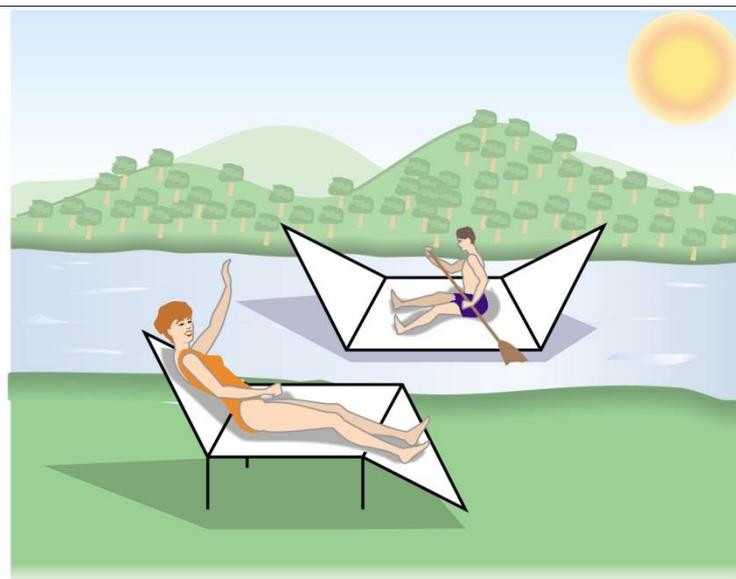
il cicloesano può disporsi in due forme principali che sono:  
la **conformazione a barca**  
la **conformazione a sedia**  
che possono interconvertirsi tra loro per semplice  
rotazione intorno ai legami  $\sigma$  C-C.



sedia

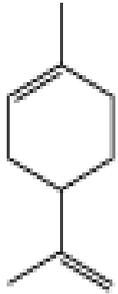


barca



# Gli alcheni

Gli alcheni svolgono importanti funzioni biologiche.



limonene

dall'olio essenziale  
di limone ed arancia



$\beta$ -fellandrene

dall'olio essenziale  
di eucalip.



multifidene

attrattore sessuale  
delle alghe brune



muscalure

attrattore sessuale della mosca



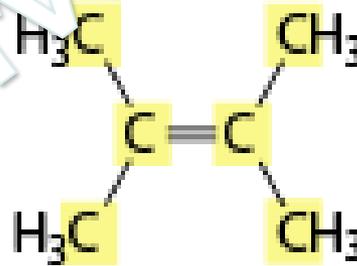
$\alpha$ -farnesene

si ritrova nello strato di cera  
che riveste la buccia delle mele



L'etene è l'ormone che fa  
maturare i pomodori

- ✓ Almeno **un doppio legame C=C**
- ✓ Il legame doppio C=C è formato da un legame  $\sigma$  e da un legame  $\pi$ .
- ✓ Ibridazione  $sp^2$  dei C del C=C.
- ✓ Geometria trigonale planare
- ✓  $C_nH_{2n}$
- ✓ **Desinenza ene**



i sei atomi di carbonio  
si trovano sullo stesso piano

# Nomenclatura

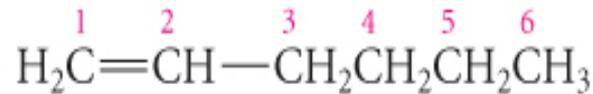
I nomi degli alcheni vengono assegnati usando il sistema IUPAC

- Invece del suffisso **-ano** si usa il suffisso **-ene**
- *Nella costruzione del nome bisogna indicare la posizione del doppio legame*

Numero di C	Radice	suffisso	nome
2	Et	ene	Etene/ <u>Etilene</u>
3	Prop	ene	Propene
4	But	ene	Butene
5	Pent	ene	Pentene
6	Es	ene	Esene
7	Ept	ene	Eptene
8	Ott	ene	Ottene
9	Non	ene	Nonene
10	Dec	ene	Decene

# Nomenclatura

- Desinenza **ene**



esano + ene = esene

1-ene  
posizione del doppio legame

Nome.....N° di atomi di carbonio

**Etene** 2

**Butene** 4

**Pentene** 5

**Esene** 6

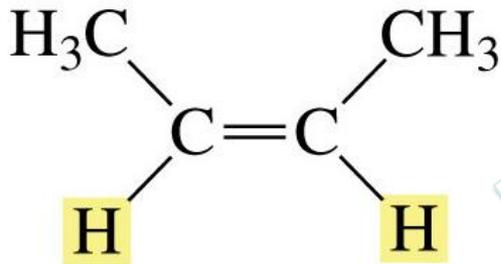
**Eptene** 7

**ottene** 8



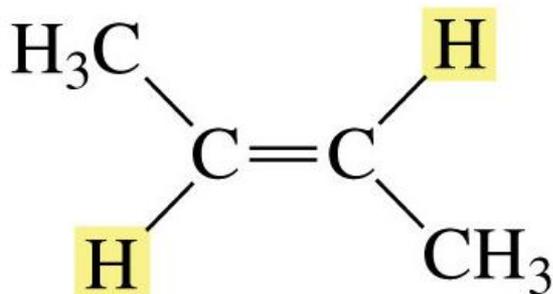
La **rotazione** intorno al doppio legame C-C è **impedita**, in quanto richiederebbe la rottura del legame  $\pi$ . E' possibile **ISOMERIA CONFIGURAZIONALE GEOMETRICA**

Il 2-butene può esistere in due forme distinte:



*cis-2-butene*

L'isomero che presenta gli idrogeni dalla stessa parte rispetto al doppio legame viene detto *isomero cis*

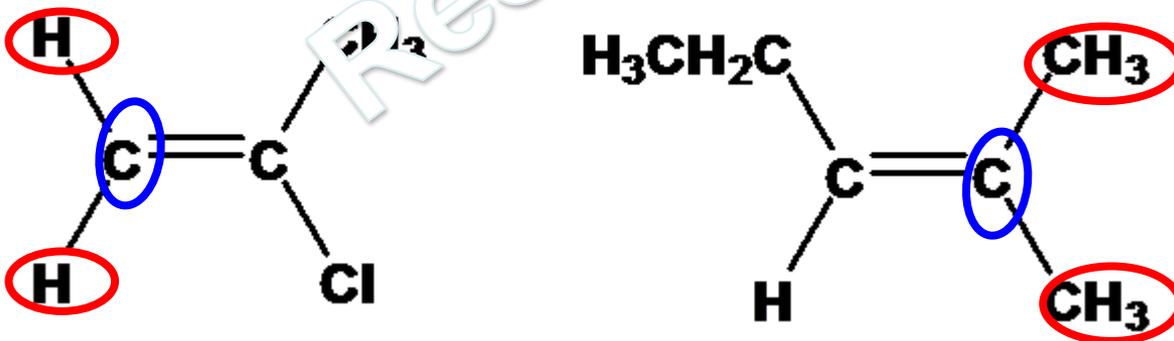


*trans-2-butene*

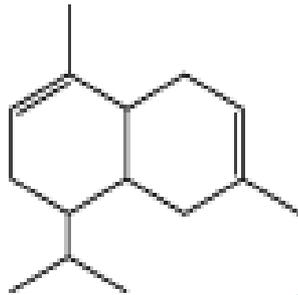
L'isomero in cui gli idrogeni sono da parti opposte viene detto *isomero trans*.

Condizione necessaria: **su ciascun C del doppio legame** devono essere legati due gruppi differenti

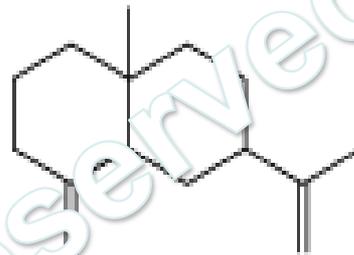
**per questi composti non esistono isomeri cis e trans  
perchè due sostituenti su un carbonio sp<sup>2</sup> sono uguali**



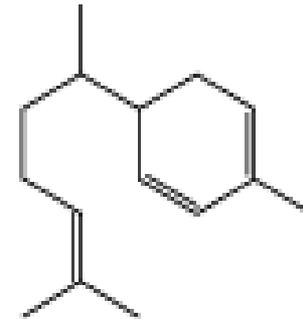
# Dieni/Polieni



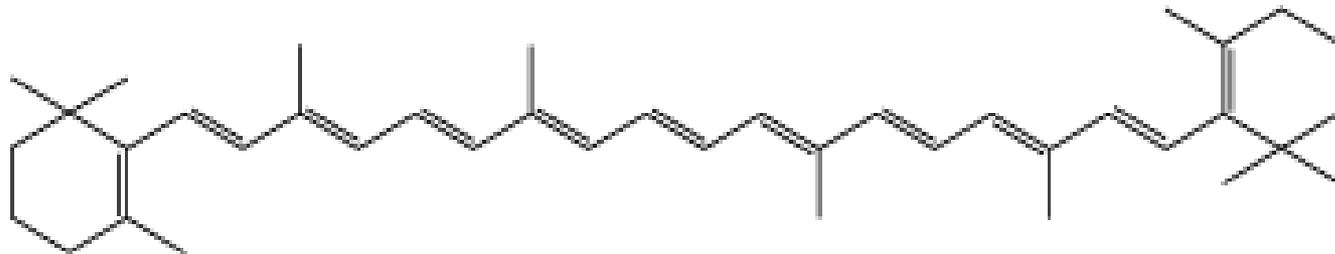
$\alpha$ -cadinene  
olio di citronella  
un diene



$\beta$ -selinene  
olio di sedano  
un diene



zingiberene  
olio di zenzero  
un triene



$\beta$ -carotene  
un poliene

# Struttura e classificazione

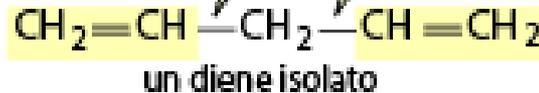
**CONIUGATI:** i due doppi legami sono su atomi adiacenti

i legami doppi sono separati da un legame singolo



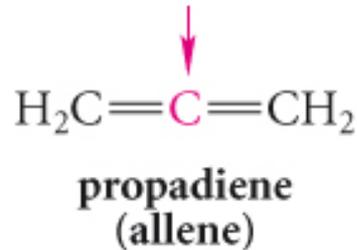
**ISOLATI:** i due doppi legami sono separati da almeno un C ibridato  $\text{sp}^3$

i legami doppi sono separati da più di un legame singolo



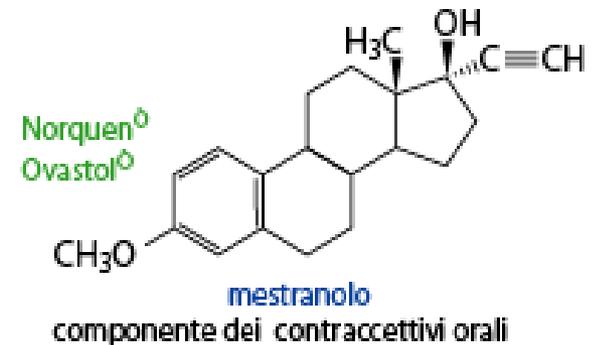
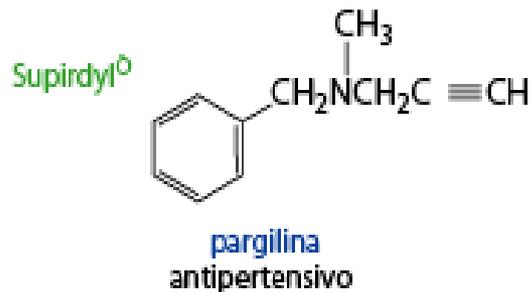
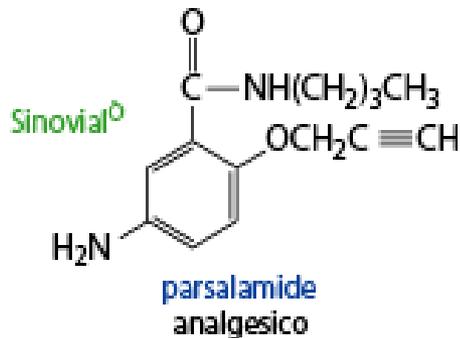
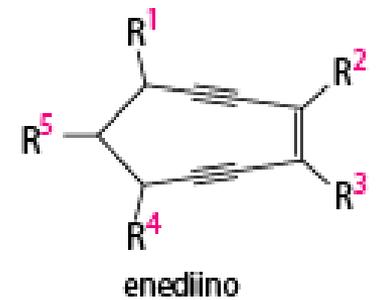
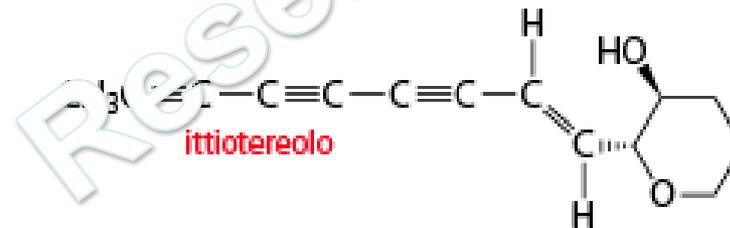
**CUMULATI:** un atomo di C è coinvolto contemporaneamente in due doppi legami

un carbonio coinvolto in due doppi legami



# Gli alchini

- Triplo legame  $C \equiv C$
- Formula molecolare  $C_nH_{2n-2}$
- Ibridazione sp. Geometria lineare
- Desinenza **ino**
- Il triplo legame carbonio-carbonio consiste di un legame  $\sigma$  e due  $\pi$



# Nomenclatura

- Desinenza **ino**

Numero di C	Radice	suffisso	nome
2	Et	ino	Etino/ <u>Acetilene</u>
3	Prop	ino	Propino
4	But	ino	butino
5	Pent	ino	Pentino
6	Es	ino	Esino
7	Ept	ino	..
8	Ott	ino	..
9	Non	ino	..
10	Dec	ino	..

- Nella costruzione del nome bisogna indicare la posizione del triplo legame

1. Catena carboniosa più lunga contenente il triplo legame
2. Numero più basso al triplo legame
3. Numero più basso ai sostituenti



3-bromo-2-cloro-4-ottino  
 e non 6-bromo-7-cloro-4-ottino  
 perché 1 < 2



1-bromo-5-metil-3-esino  
 e non 6-bromo-2-metil-3-esino  
 perché 1 < 2

# Il Benzene e l'aromaticità

Reserved

# Il benzene

Il benzene è un idrocarburo la cui formula bruta, nota sin dal 1825, è  $C_6H_6$ .



benzene



# Aromaticità

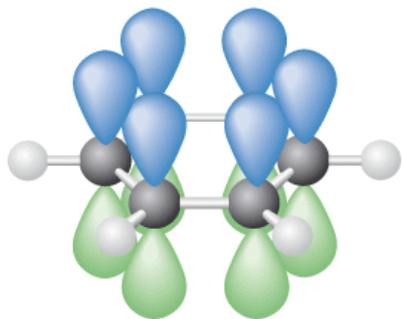
Il benzene è il capostipite di tutta una classe di composti che presentano nella propria struttura molecolare un anello a sei atomi di carbonio con un sistema di elettroni *p* delocalizzati.

Molti di questi composti sono caratterizzati da particolari fragranze, e per questo motivo, quando sono stati isolati, a partire dal XIX secolo, è stato dato loro il nome di composti "**aromatici**".

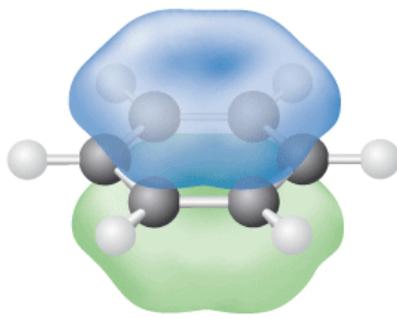
Attualmente, l'aggettivo "aromatico" non individua una specie caratterizzata da un odore gradevole, ma un composto che abbia reattività e caratteristiche strutturali analoghe a quelle del benzene.

# Caratteristiche del benzene

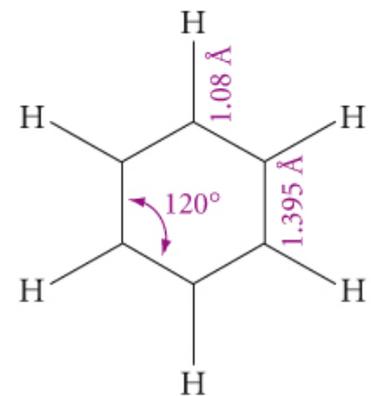
- Molecola ciclica e planare
- Tutti i carboni ibridati  $sp^2$
- 3 doppi legami
- Tutti i legami C-C hanno la stessa lunghezza
- Dove si trovano i doppi legami?



(a)

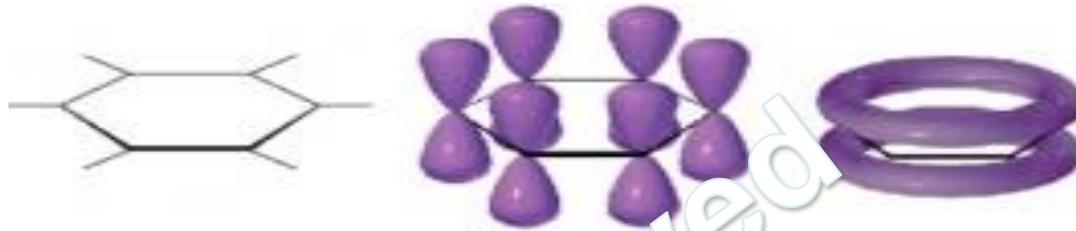


(b)



benzene

# Delocalizzazione elettronica



I sei carboni del benzene sono ibridati  $sp^2$ , hanno geometria planare con gli angoli di legame di  $120^\circ$ .

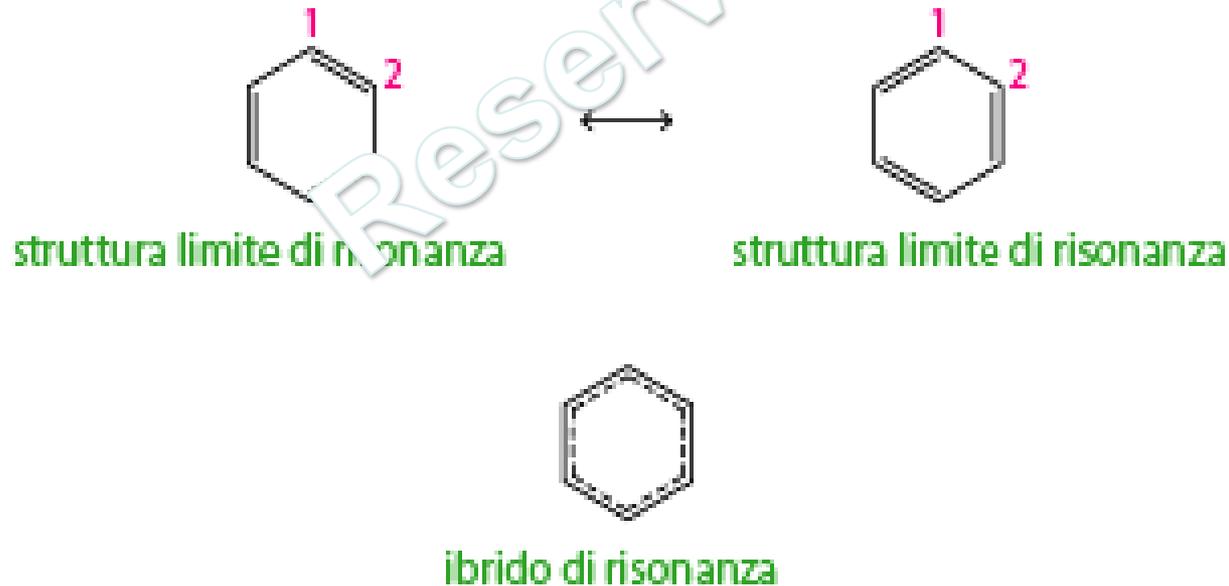
Ogni atomo di carbonio ha un orbitale p che si estende sotto e sopra il piano della molecola definito dai legami  $\sigma$ .

I 6 orbitali p adiacenti si sovrappongono, **delocalizzando i 6 elettroni sui sei atomi dell'anello e rendono il benzene una molecola coniugata.**

*La delocalizzazione degli elettroni  $\pi$  viene normalmente rappresentata con due ciambelle sopra e sotto il piano dell'anello benzenico.*

# La risonanza nel benzene

La descrizione della risonanza nel benzene viene fatta con due **strutture limite di risonanza**. La struttura reale del benzene è rappresentata dall'**ibrido di risonanza**.



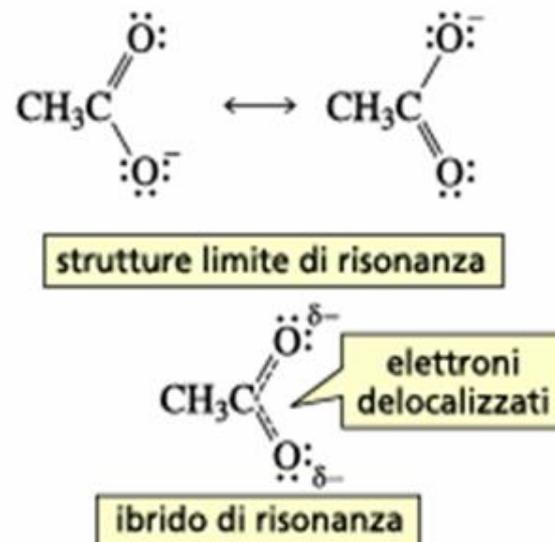
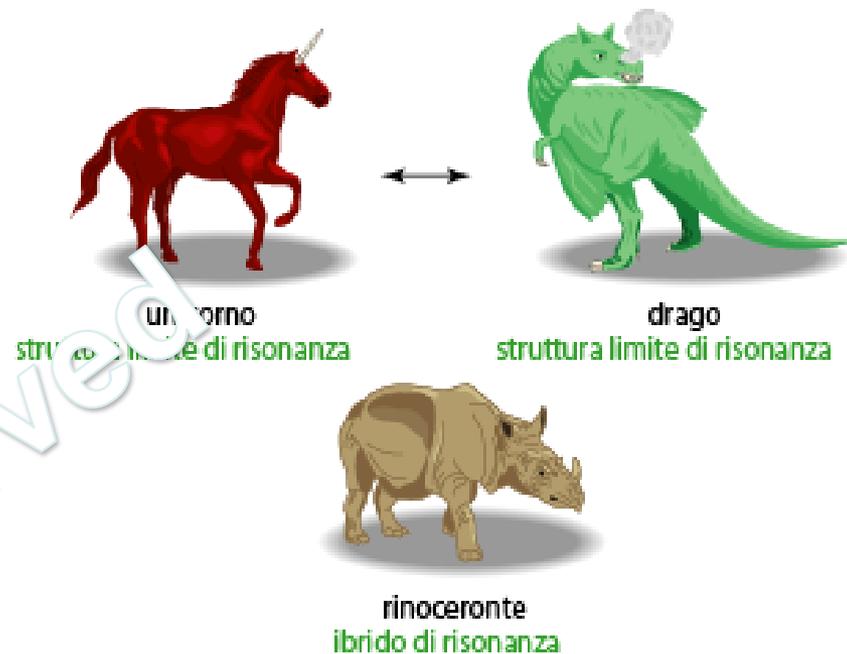
Le strutture limiti di risonanza indicano che gli elettroni possono essere delocalizzati su più atomi.

# Ibrido di risonanza

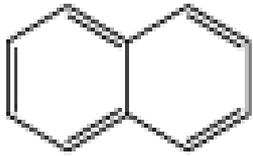
Quale è la differenza tra strutture limite di risonanza e ibrido di risonanza?

Immaginiamo che stiamo provando a spiegare ad un amico a che cosa assomiglia un rinoceronte. Potremmo dirgli che un rinoceronte assomiglia ad un incrocio tra un unicorno e un drago. L'unicorno ed il drago non sono animali reali, non esistono, pertanto sono simili alle strutture limite di risonanza. Il rinoceronte è reale, è come l'ibrido di risonanza.

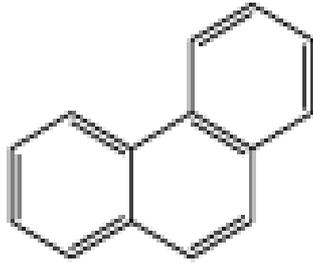
Quindi come l'unicorno e il drago, le strutture limite di risonanza sono immaginarie. Soltanto l'ibrido di risonanza, come il rinoceronte, è reale.



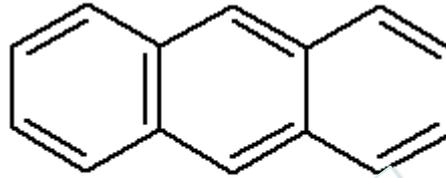
# Questi composti sono aromatici



naftalene

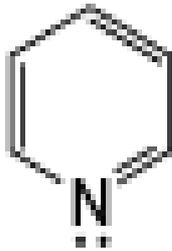


fenantrene

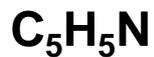


Antracene

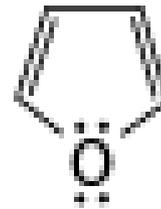
**Un composto eterociclico** è un composto ciclico in cui uno o più atomi del ciclo sono atomi diversi dal carbonio.



piridina



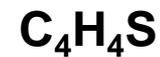
pirrolo



furano



tiofene



# Composti funzionalizzati

## C/H/O con legame semplice C-O

- Alcoli
- Eteri

## C/H/O con legame doppio C=O

- Aldeidi, chetoni,
- Acidi carbossilici, esteri, anidridi

## C/H/Alogeni con C sp<sup>3</sup>

- Alogenuri alchilici

## C/H/N con legame semplice C-N

- Ammine

## C/H/O/N con legame doppio C=O

- Ammidi

## C/H/N con legame multiplo C-N

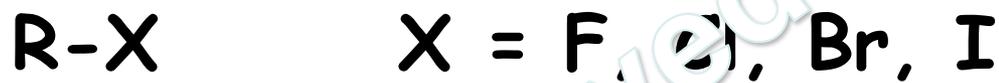
- Immine RCH=NH
- Nitrili RC≡N/RCN

## C/H/O/Alo con legame doppio C=O

- Alogenuri acilici

# Alogenuri alchilici

Sono composti in cui un alogeno è legato covalentemente ad un atomo di carbonio ibridato  $sp^3$ .

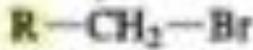


A 3D periodic table showing electronegativity values for various elements. The values are color-coded: green for metals, yellow for transition metals, and pink for non-metals. Fluorine (F) is circled in red.

Element	Electronegativity
H	2.1
Li	1.0
Be	1.6
Na	0.9
Mg	1.2
K	0.8
Ca	1.0
Rb	0.8
Sr	1.0
Cs	0.7
Ba	0.9
Sc	1.3
Y	1.2
La	1.0
Ti	1.5
Zr	1.4
Hf	1.3
V	1.6
Nb	1.6
Ta	1.5
Cr	1.6
Mo	1.8
W	1.7
Mn	1.5
Tc	1.9
Re	1.9
Fe	1.8
Ru	2.2
Os	2.2
Co	1.9
Rh	2.2
Ir	2.2
Ni	1.9
Pd	2.2
Pt	2.2
Cu	1.9
Ag	1.9
Au	2.4
Zn	1.6
Cd	1.7
Hg	1.9
Al	1.5
Ga	1.6
In	1.7
Tl	1.8
B	2.0
Al	1.5
Hg	1.9
C	2.5
Si	1.8
Ge	1.8
Pb	1.9
N	3.0
P	2.1
As	2.0
Sb	1.9
Bi	1.9
O	3.5
S	2.5
Se	2.4
Te	2.1
Po	2.0
F	4.0
Cl	3.0
Br	2.8
I	2.5
At	2.1
He	
Ne	
Ar	
Kr	
Xe	
Rn	

Gli alogenuri alchilici sono suddivisi in primari, secondari e terziari a seconda della sostituzione al carbonio cui è legato l'alogeno.

carbonio primario



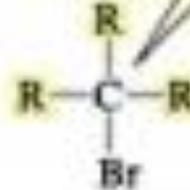
alogenuro alchilico primario

carbonio secondario



alogenuro alchilico secondario

carbonio terziario



alogenuro alchilico terziario

L'alogeno è più elettronegativo del carbonio. Il legame C-X è polarizzato con maggiore densità elettronica sull'atomo di alogeno.



# Solventi clorurati

- $\text{CH}_3\text{Cl}$  Clorometano o cloruro di metile
  - $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  Diclorometano o cloruro di metilene
  - $\text{CHCl}_3$  Triclorometano o cloroformio
  - $\text{CCl}_4$  tetracloruro di carbonio
- Sono classificati come sospetti cancerogeni: vanno usati con la massima precauzione. Piccole quantità sono comunemente usate nei laboratori sia chimici che biologici.

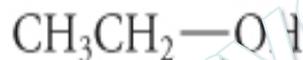
# Alcoli

Sono caratterizzati dalla presenza del gruppo **ossidrilico**: **R—OH**

**Alcoli alifatici: ibridazione  $sp^3$  del C legato all'OH**

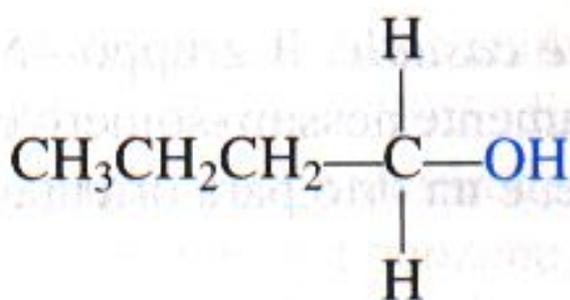
**Legame polarizzato**

Il nome sistematico si ottiene sostituendo la **-o** terminale dell'idrocarburo con il suffisso **-olo**. La posizione dell'OH è specificata da un numero

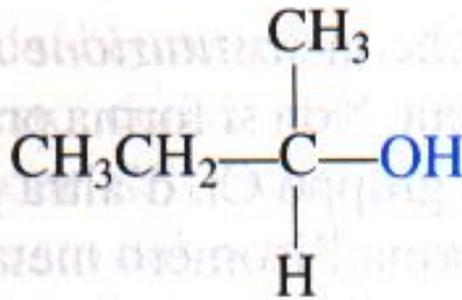


etanolo + (o) = etanolo

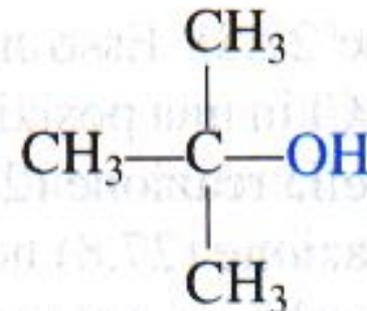
Gli alcoli sono classificati a seconda del numero di gruppi R legati al C che porta il gruppo -OH:



1-butanolo  
(alcol butilico)  
(un alcol *primario*)



2-butanolo  
(alcol *s*-butilico)  
(un alcol *secondario*)



2-metil-2-propanolo  
(alcol *t*-butilico)  
(un alcol *terziario*)

Inoltre alcuni degli alcoli inferiori conservano i vecchi nomi empirici.

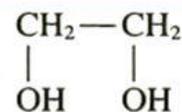
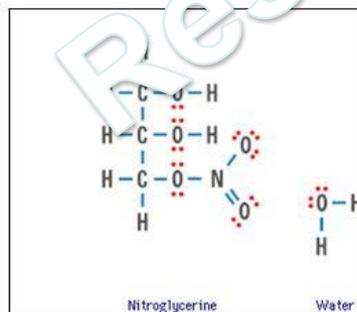
## TABELLA: Nomenclatura degli alcoli

<i>Formula</i>	<i>Nome sistematico</i>	<i>Nome empirico</i>
CH <sub>3</sub> OH	Metanolo	Alcol metilico
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Etanolo	Alcol etilico

### GLICOLI

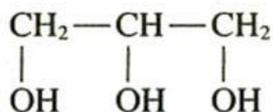
GLI ALCOLI CON PIÙ DI UN OSSIGENO SI CHIAMANO GLICOLI

Preparazione di  
nitroglicerina:

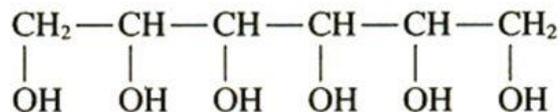


glicole etilenico  
(1,2-etandiolo)  
p.e. 198 °C

(Antigelo)



glicerolo (glicerina)  
(1,2,3-propantriolo)  
p.e. 290 °C (decompono)



sorbitolo **Dolcificante**  
(1,2,3,4,5,6-esanesanolo)  
p.f. 110-112 °C

Sono detti alcoli monovalenti quelli la cui molecola ha un solo gruppo -OH

Se presentano due o tre gruppi ossidrili, gli alcoli prendono il nome di **dioli** (es. glicol etilenico) e **trioli** (es. glicerolo o glicerina); molte sostanze in particolare gli zuccheri hanno parecchi gruppi -OH.

# Eteri



Gli eteri vengono denominati tradizionalmente premettendo i nomi dei gruppi alchilici attaccati all'atomo di ossigeno e aggiungendo la parola *etere*.



Il composto più utilizzato è *l'etere etilico* che è anche usato come anestetico

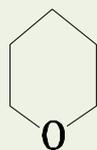
**Tabella 12.2 Alcuni Eteri Utilizzati Come Solventi**



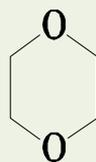
dietil etere  
"etere"



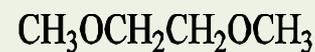
tetraidrofurano  
THF



tetraidropirano



1,4-diossano



1,2-dimetossietano  
DME

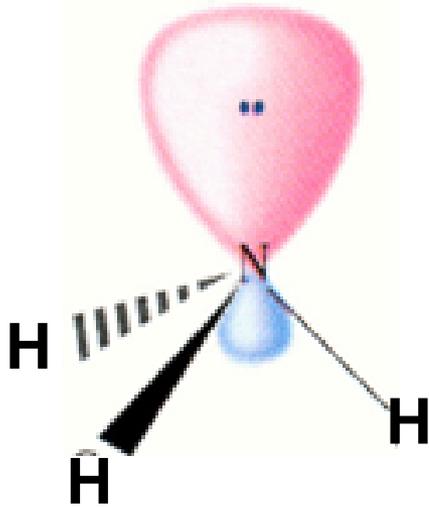


terz-butil metil etere

Gli eteri sono composti poco reattivi e per questo vengono spesso utilizzati come solventi nelle reazioni organiche.

# AMMINE

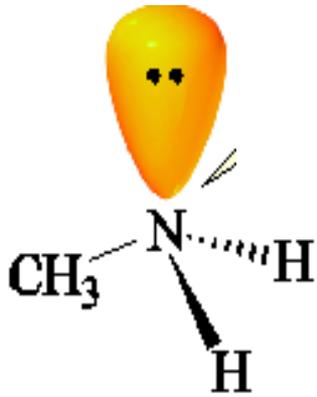
Possono essere considerate dei derivati dell'AMMONIACA ( $\text{NH}_3$ )



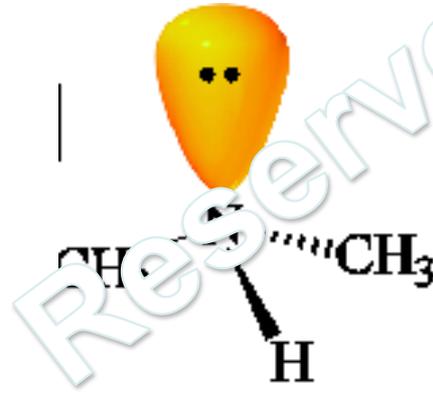
Ibridazione  $sp^3$

Sono presenti in alcuni dei più importanti composti del mondo biologico: amminoacidi, proteine, acidi nucleici (DNA e RNA)

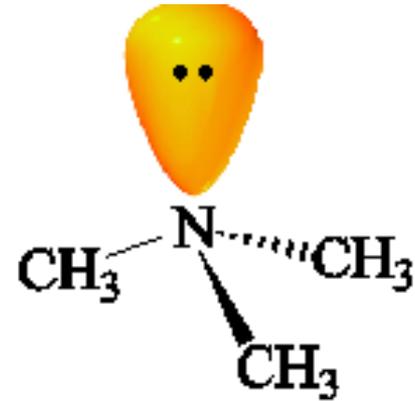
Le ammine sono composti in cui uno o più idrogeni dell'ammoniaca sono sostituiti da gruppi alchilici.



Metilammina  
 $\text{CH}_3\text{NH}_2$



Dimetilammina  
 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$



Trimetilammina  
 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

**Ricordare: sono basi deboli**

Le ammine sono divise in ammine alifatiche, aromatiche, e eterocicliche :

**Ammine alifatiche:** ammine in cui tutti i carboni direttamente legati all'azoto derivano da gruppi alchilici

**Ammine aromatiche :** ammine nelle quali l'azoto è legato a uno o più residui aromatici (**Anilina**)

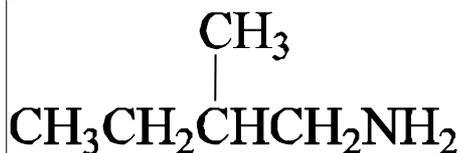
**Ammine eterocicliche:** ammine nelle quali l'atomo di azoto fa parte di un anello. Quando l'azoto fa parte di un anello aromatico, l'ammina viene classificata come eterociclica aromatica (**Piridina**).

## La nomenclatura delle ammine

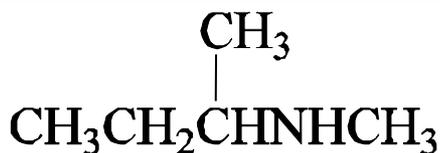
Esistono **ammine primarie**, **ammine secondarie** e **ammine terziarie**. Questa classificazione si **basa sul numero di gruppi alchilici legati all'azoto**.

Le ammine primarie hanno un solo gruppo alchilico legato all'azoto, le ammine secondarie hanno due gruppi alchilici legati all'azoto le ammine terziarie ne hanno tre gruppi alchilici legato all'azoto tre.

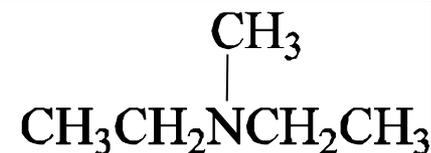
In questo caso quindi è il **numero di gruppi alchilici legati all'azoto** che determina se un'ammina è primaria, secondaria e terziaria. Per gli alogenuri alchilici e gli alcoli, invece, è il numero di gruppi alchilici **legati al carbonio** a cui è legato l'alogeno o l'OH che determina la classificazione



Ammina primaria

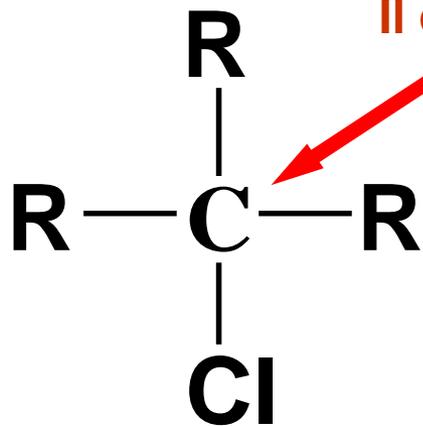


Ammina secondaria

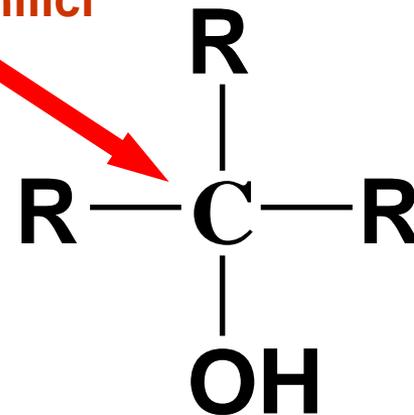


Ammina terziaria

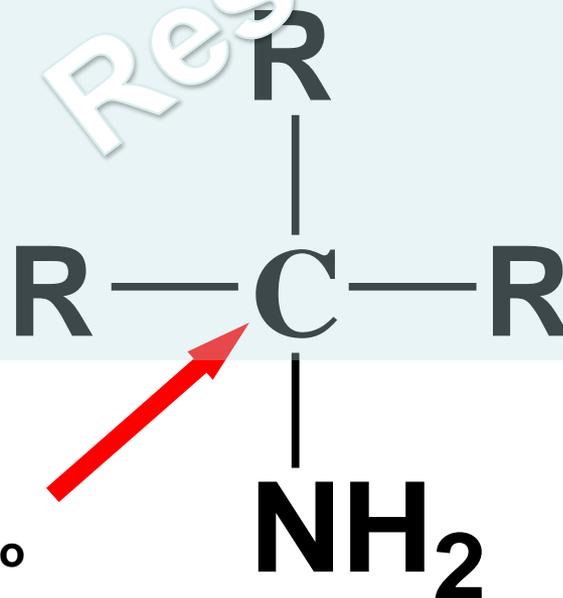
Il carbonio è legato a tre gruppi alchilici



Alogenuro alchilico terziario

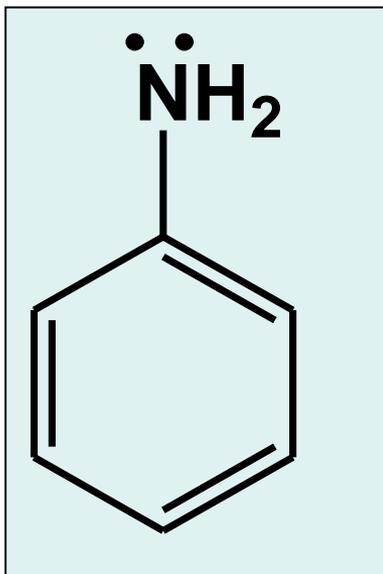


Alcol terziario



L'azoto è legato  
ad un gruppo alchilico

Ammina primaria



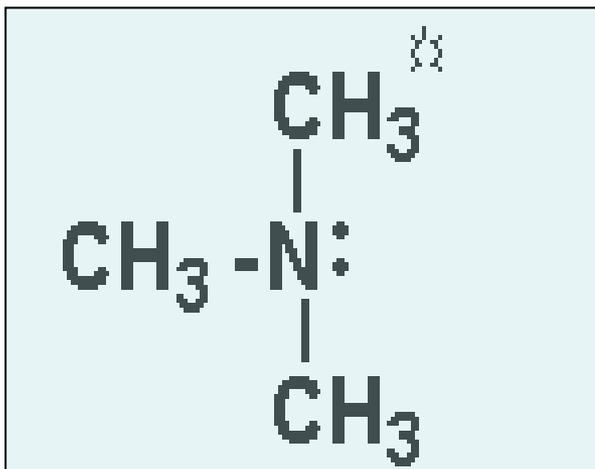
Ammina primaria (aromatica)

**ANILINA**



R<sub>2</sub>NH

Ammina secondaria

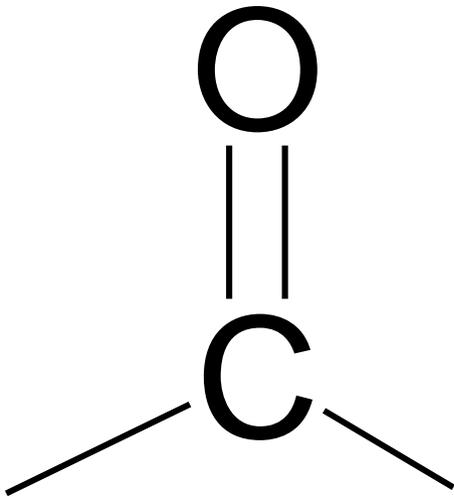


R<sub>3</sub>N

Ammina terziaria

# Composti carbonilici

Composti caratterizzati dalla presenza del **gruppo carbonilico**  
(un carbonio legato tramite un doppio legame ad un ossigeno)

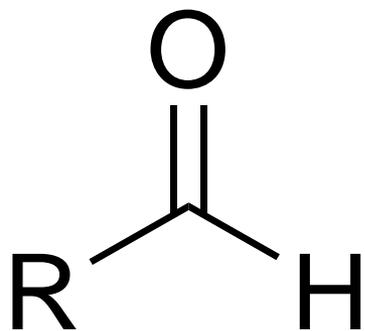


**Aldeidi**

**Chetoni**

**Acidi carbossilici e derivati**

# ALDEIDI

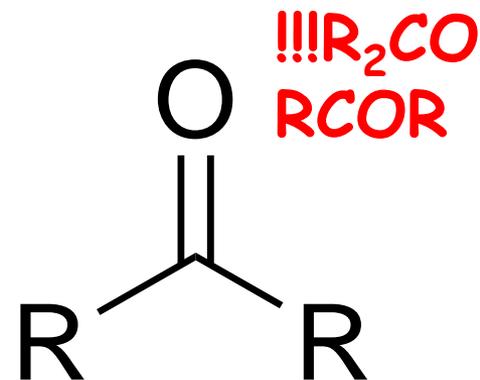


!!!RCHO

R= alchile o arile

Nelle aldeidi il gruppo carbonilico è legato ad **almeno un atomo di idrogeno**

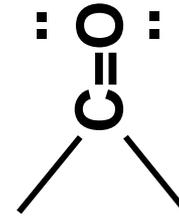
# CHETONI



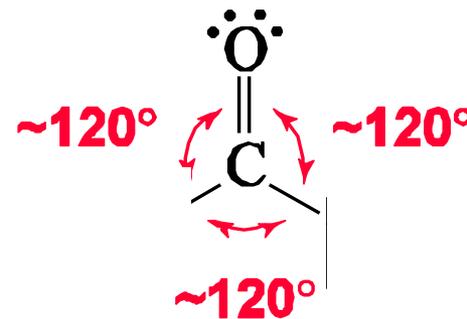
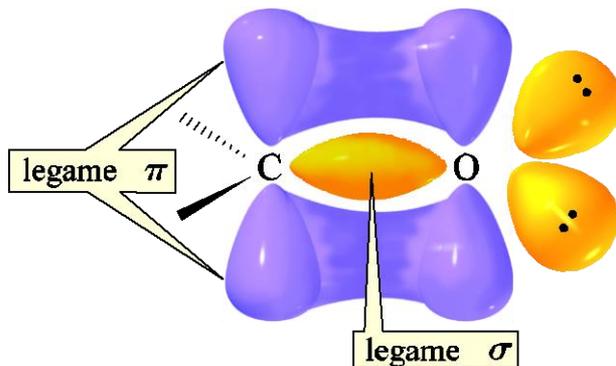
R= alchile o arile

Nei chetoni il gruppo carbonilico è legato a due atomi di carbonio. **Per avere un chetone...almeno 3C nella molecola!!!**

# La funzione carbonilica

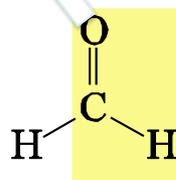
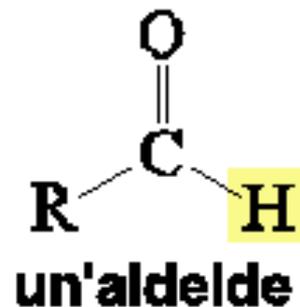


- carbonio e ossigeno ibridati  $sp^2$
- geometria trigonale-planare con angoli di  $\sim 120^\circ$
- legame polare (differente elettronegatività tra C e O)
- formato da un legame  $\sigma$  e un legame  $\pi$
- elettroni non condivisi sull'atomo di ossigeno



# Nomenclatura IUPAC delle Aldeidi

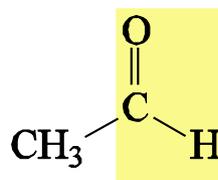
Il **nome IUPAC** di un'aldeide si ottiene sostituendo, al nome dell'idrocarburo corrispondente, **il suffisso "o" con "ale"**. Per esempio, l'aldeide con un solo carbonio è il **metanale**; l'aldeide con due atomi di carbonio è l'**etanale**. La posizione del carbonio carbonilico non deve essere indicata perché esso si trova sempre alla fine della catena dell'idrocarburo di partenza e perciò ha sempre la posizione 1.



nome sistematico:  
nome comune:

metanale  
formaldeide

HCHO  
H<sub>2</sub>CO



etanale  
acetaldeide

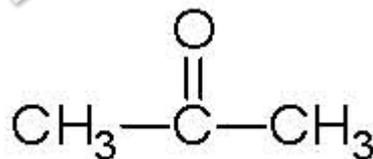
CH<sub>3</sub>CHO/MeCHO

Ricordare i **nomi comuni**

# Nomenclatura IUPAC dei Chetoni

Solo pochi chetoni hanno nomi comuni. **Il chetone più piccolo, il propanone (almeno 3C), viene generalmente indicato con il suo nome comune, acetone.**

L'acetone è un comune solvente di laboratorio.

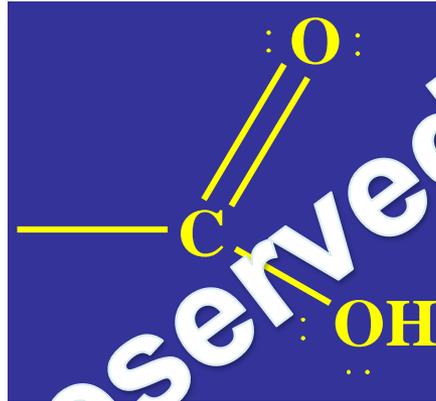


**acetone**  
**(propanone)**



# ACIDI CARBOSSILICI

Gli acidi carbossilici sono caratterizzati dal gruppo carbossilico



La loro formula generale può essere scritta anche in forma abbreviata come RCOOH oppure RCO<sub>2</sub>H.

Il carbossile può essere legato ad

**un radicale alifatico** -R (acidi carbossilici alifatici)

**un fenile** -Ar (acidi carbossilici aromatici)

**SONO ACIDI DEBOLI**

# Nomenclatura degli ACIDI CARBOSSILICI

Per assegnare il nome IUPAC ad un acido carbossilico, si sostituisce la desinenza "o" del nome dell'alcano corrispondente con **-oico** e si premette la parola **acido**. La catena viene numerata a partire dall'atomo di carbonio carbossilico.

acido .....-oico

prefisso IUPAC



**acido metanoico**  
(acido formico)



**acido etanoico**  
(acido acetico)



**acido propanoico**  
(acido propionico)

Ricordare i **nomi comuni**

Sono acidi deboli e formano sali con le basi.

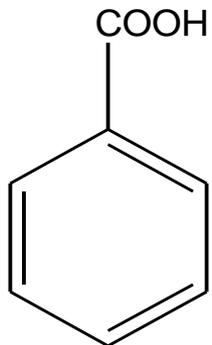
ico → ato (come i sali inorganici)

$\text{CH}_3\text{COOH}$  acido acetico →  $\text{CH}_3\text{COONa}$  acetato di sodio

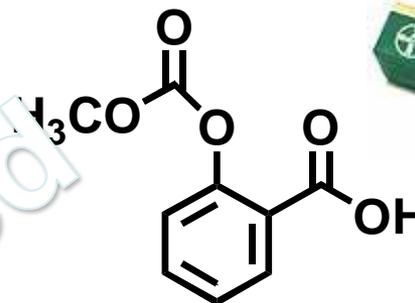
# Nomi comuni e sistematici di alcuni acidi carbossilici

N. carb.	Formula	Fonte	Nome comune	Nome IUPAC
1	HCOOH	Formiche	Acido formico	Acido metanoico
2	CH <sub>3</sub> COOH	Aceto	Acido acetico	Acido etanoico
3	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Latte	Acido propionico	Acido propanoico
4	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	Burro	Acido butirrico	Acido butanoico
5	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	Valeriana	Acido valerianico	Acido pentanoico
6	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	Capre	Acido capronico	Acido esanoico
7	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH	Vite	Acido enantico	Acido eptanoico
16	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	Palma	Acido palmitico	Acido esadecanoico
18	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	Grasso	Acido stearico	Acido ottadecanoico

Se si usa il nome comune, per indicare le posizioni dei sostituenti negli acidi sostituiti si usano lettere greche, a partire dall'atomo di carbonio adiacente al carbossile che viene detto **carbonio  $\alpha$**



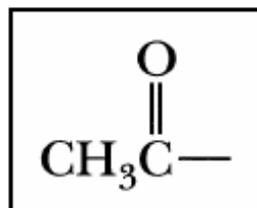
Acido benzoico  
 $C_6H_5COOH$



Acido  
Acetilsalicílico



Gruppo acetile



# Acidi carbossilici a lunga catena (C<sub>12</sub>-C<sub>30</sub>) = ACIDI GRASSI

## Acidi grassi saturi

Atomi di carbonio/doppi legami	Formula	Nome comune
12:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	Acido laurico
14:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	Acido miristico
16:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	Acido palmitico
18:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	Acido stearico
20:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	Acido arachidico

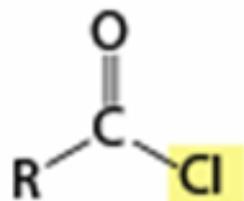
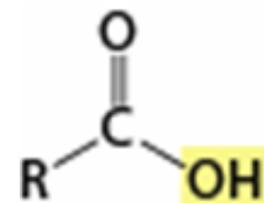
## Acidi grassi insaturi

Atomi di carbonio/doppi legami	Formula	Nome comune
16:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	Acido palmitoleico
18:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	Acido oleico
18:2	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	Acido linoleico
18:3	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	Acido linolenico
20:4	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	Acido arachidonico

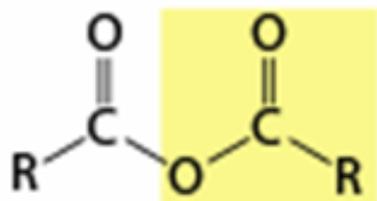
# Derivati degli Acidi carbossilici

I derivati degli acidi carbossilici sono composti prodotti dagli acidi carbossilici per sostituzione dell'ossidrile.

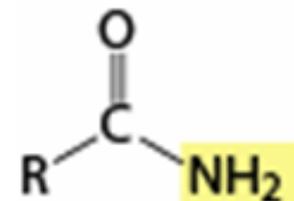
Tutti questi derivati hanno la caratteristica di dare, per idrolisi, i corrispondenti acidi carbossilici.



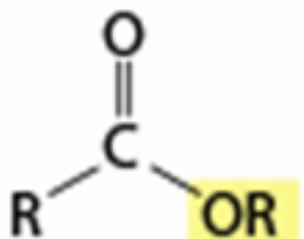
**Alogenuri Acilici**  
**RCOCl**



**Anidridi**



**Ammidi**  
**RCONH<sub>2</sub>**

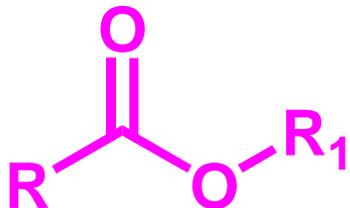


**Esteri**  
**RCOOR**



**Nitrili**  
**RCN**

•Esteri



Esteri

-COOR

-oato di R

Butirrato di etile

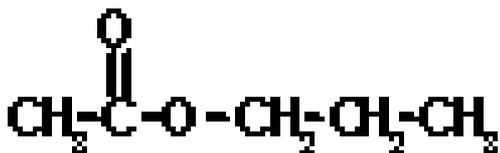
Ananas



NB: stessa nomenclatura dei sali

Acetato di ottile

arancia



Acetato di propile

pera

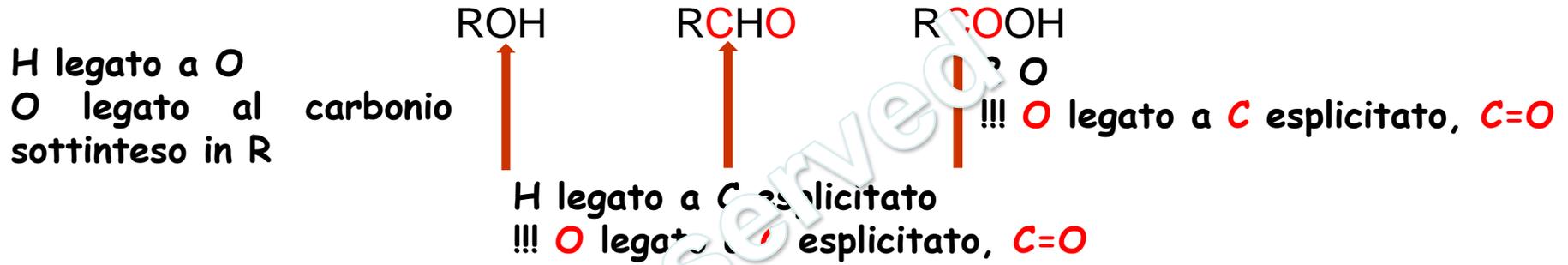


Butirrato di metile

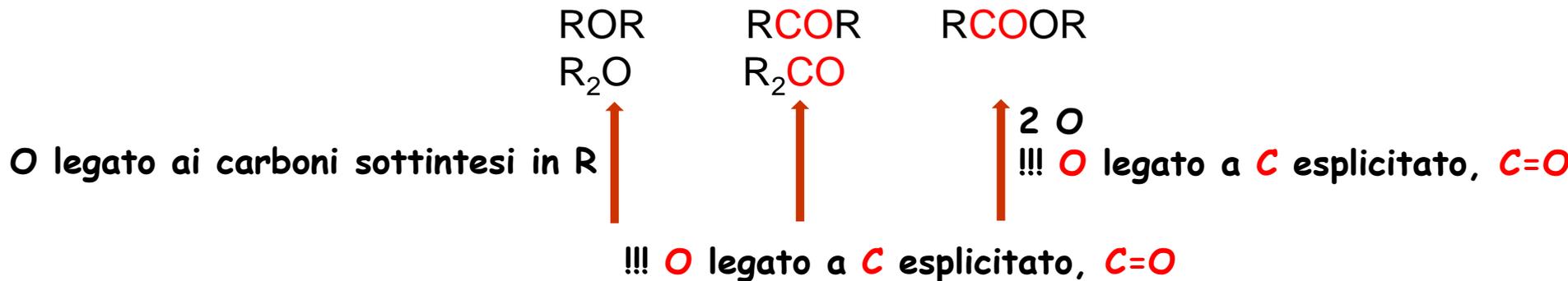
mela

# Saper riconoscere i gruppi funzionali

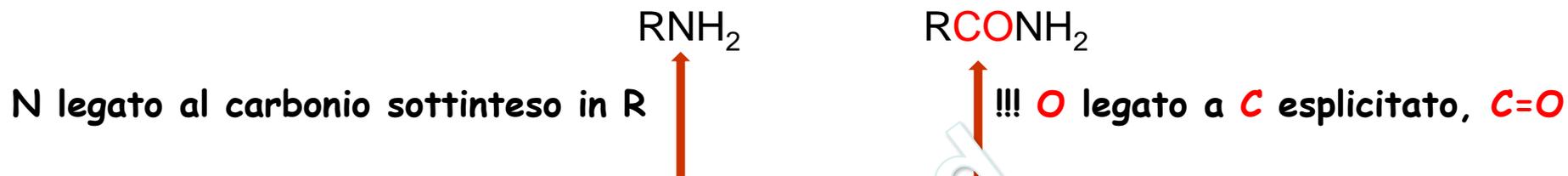
## ➤ Non confondere alcoli/aldeidi



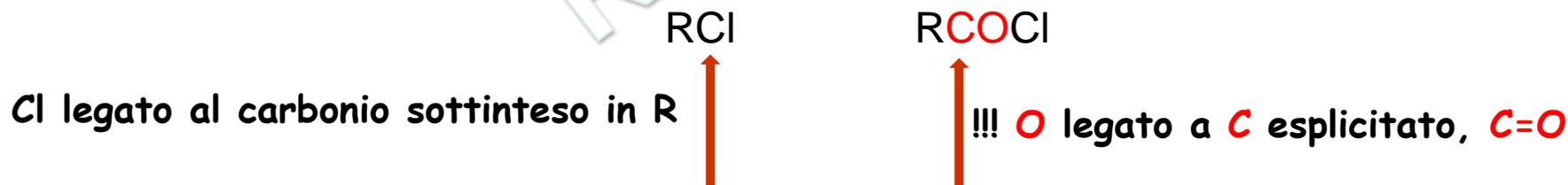
## ➤ Non confondere eteri/chetoni/esteri



## ➤ Non confondere ammine con ammidi



## ➤ Non confondere alogenuri alchilici/acilici



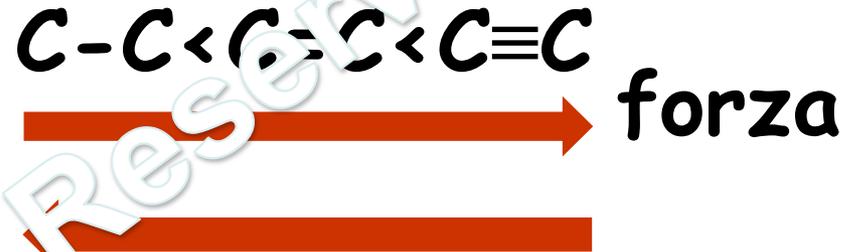
Quindi

Ogni qualvolta è evidenziato  $\text{CO} \rightarrow \text{C=O}$

**Se avete dubbi, scrivete la struttura di Lewis.....Per gli atomi esplicitati 4 legami a C, 2 per O, 3 per N, 1 per H e Alogeni. Un legame per ciascun R**

# Forza dei legami/lunghezza di legame

- >ordine di legame>forza<distanza interatomica
- In termini energetici un legame  $\pi$  vale meno di un legame  $\sigma$
- la forza di un legame doppio NON è il doppio di quella di un legame singolo!!



Lunghezza legame

**Che gruppi funzionali sono presenti nella molecola  $\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CHO}$ ?**

- 1 alchene
- 2 alcol
- 3 aldeide
- 4 chetone
- A. 3 e 4
- B. 1, 2 e 3
- C. 2, 3 e 4
- D. 1 e 4
- E. 1, 3 e 4

**Quanti isomeri lineari ci sono per la formula molecolare  $\text{C}_4\text{H}_8\text{F}_2$ ?**

- A. 6
- B. 4
- C. 9
- D. 12
- E. 8

**Il cicloesانونe è:**

- A) un chetone
- B) una aldeide
- C) un idrocarburo aromatico
- D) un alcol
- E) un alchene

**Quale delle seguenti molecole ha angoli di legame di  $180^\circ$  nel suo stato gassoso?**

(H = 1; Be = 4; C = 6; Cl = 17)

- 1  $\text{BeCl}_2$
- 2  $\text{C}_2\text{H}_2$
- 3  $\text{CCl}_4$
- A. 2 e 3
- B. 1
- C. 2
- D. 1 e 3
- E. 1 e 2

**Quale tra le seguenti formule di composti organici rappresenta un generico estere?**

- A)  $\text{RCOR}''$
- B)  $\text{RCOOR}$
- C)  $\text{RCOOH}$
- D)  $\text{ROR}'$
- E)  $\text{ROH}$

9. Quanti isomeri strutturali della molecola  $C_4H_9Br$  esistono?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 6

Si definiscono isomeri, composti ...

- A) che hanno la stessa formula molecolare e diversa disposizione nello spazio
- B) con diversa formula molecolare ma stessa disposizione nello spazio
- C) che appartengono alla stessa serie omologa
- D) che hanno gli stessi punti di fusione
- E) che non appartengono alla stessa serie omologa

80. Gli isomeri sono due o più composti aventi:

- a) proprietà molto simili tra di loro
- b) la stessa struttura
- c) la stessa formula molecolare ma diversa struttura
- d) la stessa temperatura di ebollizione
- e) la stessa temperatura di congelamento

Le ammine hanno carattere:

- A) debolmente acido
- B) fortemente basico
- C) fortemente acido
- D) sempre neutro
- E) debolmente basico

Quale è la formula bruta del dimetilchetone?

- A)  $C_3H_2O$
- B)  $C_3H_6O$
- C)  $C_3H_3O$
- D)  $C_3H_4O$
- E)  $C_3H_3O_2$

La seguente struttura organica  $CH_3COOCH_2CH_3$  corrisponde a:

- A) un estere
- B) un etere
- C) un acido carbossilico
- D) un chetone
- E) un fenolo

Qual è lo stato di ibridazione degli orbitali del carbonio nel cicloesano ( $C_6H_{12}$ )?

- A)  $sp^2$
- B)  $sp^3$
- C)  $sp$
- D)  $sp^3d$
- E)  $sp^3d^2$

Qual è la formula dell'acetato di calcio?

- A)  $Ca_2(C_2H_3O_2)_4$
- B)  $Ca_2C_2H_3O_2$
- C)  $Ca(C_2H_3O_2)_2$
- D)  $CaC_2H_3O_2$
- E)  $Ca(C_2H_3O_2)_3$

Acetato??  $\equiv$  estere o sale??  
 $CH_3COO^- \equiv C_2H_3O_2^-$

74. Quale, tra i seguenti composti, ha tutti gli atomi di carbonio tetraedrici?

- a) Propano
- b) Propanone
- c) Propene
- d) Propino
- e) Propaldeide

I composti  $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$  e  $CH_3-CO-CH_3$  sono, nell'ordine:

- A) un estere e un chetone
- B) un chetone e un estere
- C) un etere e un chetone
- D) un chetone e un etere
- E) una anidride e un etere

80. Il Carbonio ha un numero di ossidazione negativo nel composto:

- a) CO
- b)  $CCl_4$
- c)  $C_2H_6$
- d)  $C_6H_{12}O_6$
- e)  $CHCl_3$

77. Gli alcheni possono presentare:

- a) isomeria cis/trans
- b) tripli legami
- c) isomeria ottica
- d) un triplo legame
- e) attività ottica

Quale tra i seguenti composti è un'amide?

- A)  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$
- B)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
- C)  $\text{CH}_3\text{NO}_2$
- D)  $\text{CH}_3\text{NHCH}_3$
- E)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$

Quale tra le seguenti serie di composti è formata solo da composti aromatici?

- A) Benzene, toluene, naftalene, fenantrene
- B) Acetilene, benzene, toluene, naftalene
- C) Toluene, benzene, butano, pentano
- D) Toluene, naftalene, fenantrene, etilene
- E) Butano, toluene, etilene, naftalene

L'1-butanolo e il 2-butanolo sono tra loro:

- A) isomeri di struttura
- B) isomeri conformazionali
- C) diastereoisomeri
- D) enantiomeri
- E) isomeri configurazionali

Gli alcheni sono composti contenenti almeno un:

- A) doppio legame tra atomi di carbonio
- B) triplo legame tra atomi di carbonio
- C) doppio legame carbonio-azoto
- D) legame singolo tra atomi di carbonio
- E) triplo legame carbonio-azoto

Indica a quale classe di composti, tra quelle elencate, appartiene la molecola  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$  :

- A) estere
- B) alcol
- C) etere
- D) chetone
- E) alcano

**Individuare l'affermazione FALSA riguardo al doppio legame tra atomi di carbonio.**

- A) Non è mai presente nei chetoni
- B) È più forte del legame semplice tra atomi di carbonio
- C) Gli atomi di carbonio che lo formano sono generalmente ibridati  $sp^2$
- D) È più debole del legame triplo tra atomi di carbonio
- E) È presente negli alcheni

**Le ammine primarie e secondarie:**

- A) sono basiche perché l'azoto ha un doppietto elettronico disponibile
- B) sono acide perché hanno atomi di idrogeno legati all'azoto
- C) non sono né acide né basiche perché il doppietto elettronico non condiviso stabilizza il gruppo amminico
- D) possono dare anidridi
- E) sono acide perché l'azoto ha un doppietto elettronico disponibile

**La formula generale  $R-O-R'$  è caratteristica:**

- A) degli esteri
- B) delle aldeidi
- C) dei chetoni
- D) degli eteri
- E) degli alcoli

**Quale delle seguenti NON può essere la formula di una aldeide?**

- A  $C_5H_{10}O$
- B  $C_6H_{12}O$
- C  $C_6H_{12}O_2$
- D  $C_5H_{12}O$
- E  $C_5H_{10}O_2$

**Per essere aldeide:**

- **Almeno 1 O**
  - **Almeno un legame  $\pi$ .**
- Quindi NON può essere**  
 $C_nH_{2n+2}$

Quale/i dei seguenti acidi è/sono monoprotico/i in soluzione acquosa?

1.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2.  $\text{HNO}_3$  3.  $\text{H}_3\text{PO}_4$

- A) Solo 1 e 2
- B) Solo 1
- C) Solo 2
- D) Solo 3
- E) Solo 2 e 3

Quale dei seguenti gruppi funzionali è presente nella molecola  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2$ ?

- A) Ammidico
- B) Ossidrile
- C) Estereo
- D) Chetonico
- E) Amminico

Quale delle formule seguenti corrisponde ad una generica amide?

- A)  $\text{R-CO-NH}_2$
- B)  $\text{R-CH}_2\text{-NH}_2$
- C)  $\text{R-CH}_2\text{-N=N-CH}_3$
- D)  $\text{R-O-NH}_2$
- E)  $\text{R}_2\text{C=NH}$

10. Quale/i delle seguenti affermazioni è/sono corretta/e relativamente ai legami carbonio-carbonio?

- 1. L'energia di legame cresce nell'ordine  $\text{C-C}$ ,  $\text{C=C}$ ,  $\text{C}\equiv\text{C}$
- 2. La lunghezza del legame  $\text{C-C}$  è doppia rispetto a quella del legame  $\text{C=C}$
- 3. Nel legame  $\text{C=C}$  gli atomi di carbonio condividono quattro elettroni

- A) Solo 1 e 3
- B) Solo 3
- C) Solo 1 e 2
- D) Solo 2 e 3
- E) Solo 1

Quali sono l'angolo di legame e la struttura tridimensionale dello ione ammonio?

[Secondo la teoria VSEPR]

- A) struttura = tetraedrica angolo di legame =  $109,5^\circ$
- B) struttura = planare quadrata angolo di legame =  $90^\circ$
- C) struttura = piramidale a base quadrata angolo di legame =  $107^\circ$
- D) struttura = piramidale a base quadrata angolo di legame =  $109,5^\circ$
- E) struttura = tetraedrica angolo di legame =  $90^\circ$

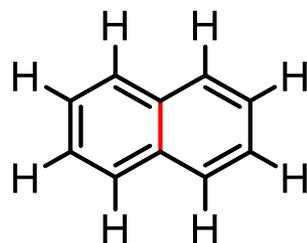
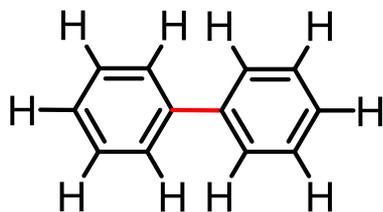
Indicare quanti alcoli isomeri esistono per la formula bruta  $C_5H_{12}O$

- A. 8
- B. 9
- C. 7
- D. 11
- E. 6

Un composto aromatico può essere formato da due anelli benzenici uniti tra loro. Quale potrebbe essere, tra quelle elencate, la loro formula? ...

1.  $C_{10}H_8$  2.  $C_{10}H_{10}$  3.  $C_{10}H_{12}$  4.  $C_{12}H_{10}$  5.  $C_{12}H_{12}$

- A 2 e 4
- B 1 e 4
- C 3 e 4
- D 2 e 5
- E 3 e 5



**Benzene  $C_6H_6$**

- **NON** può essere  $C_{12}H_{12}$  (nell'unione si perdono idrogeni per formare nuovi legami).
- I due anelli possono essere uniti tramite legame semplice ( $C_{12}, H_{10}, -2H$ ) oppure fusi con un legame in comune ( $C_{10}, H_8..-4H$ )!!!!

La costante di Avogadro è  $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

Quanti atomi di idrogeno sono contenuti in 0.420 g di cicloesano? [Ma: H = 1; C = 12]

- A  $3.0 \times 10^{21}$
- B  $3.6 \times 10^{22}$
- C  $1.8 \times 10^{23}$
- D  $3.0 \times 10^{22}$
- E  $1.8 \times 10^{22}$

Quale delle seguenti classi di composti non ha struttura polimerica?

- A) Polieni
- B) Proteine
- C) Polisaccaridi
- D) Poliesteri
- E) Acidi ribonucleici

52 Quale affermazione è corretta riguardo agli isomeri in chimica organica?

1. Hanno la stessa formula molecolare 2. Hanno proprietà fisiche molto simili. 3. Differiscono nella formula di struttura

- A tutte
- B 1
- C 1 e 2
- D 2 e 3
- E 1, e 3

$C_5H_{10}$  è la formula bruta del:

- A) pentene
- B) pentano
- C) pentadiene
- D) isopentano
- E) ciclopentene

Qual è la formula bruta dell'etanale?

- A)  $C_2H_4O$
- B)  $C_2H_3O$
- C)  $C_3H_2O_2$
- D)  $C_3HO_2$
- E)  $C_3H_2O$

# NOMENCLATURA

## GRUPPI FUNZIONALI CHE CONFERISCONO **DESINENZA**

Gruppo	Formula	Desinenza
Acido carbossilici	-COOH	-oico
Esteri	-COOR	-oato
Aldeidi	-CHO	-ale
Chetoni	>(C)=O	-one
Alcoli	-OH	-olo
Ammine	-NH <sub>2</sub>	-ammina
alcheni	C=C	ene
alchini	C≡C	ino

## GRUPPI citati come **SOSTITUENTI**

Gruppo	Nome come sostituente
-Br	Bromo
-Cl	Cloro
-F	Fluoro
-I	Iodio
-NO <sub>2</sub>	Nitro
-OR	alcossi (metossi, etossi, etc)

**NOTA BENE:** quando nell'idrocarburo ritroviamo un gruppo presente nella tabella, seguiamo le regole viste per alcani/alcheni/alchini.

## Se abbiamo uno dei seguenti gruppi funzionali???

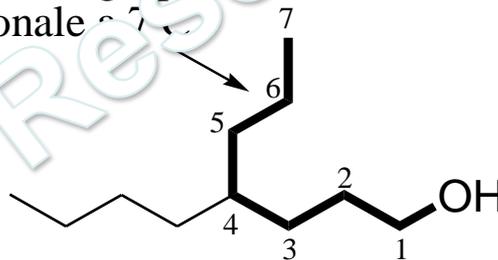
Gruppo	Formula	Desinenza
Acido carbossilici	-COOH	Acido...-oico
Esteri	-COOR	R -oato
Aldeidi	-CHO	-ale
Chetoni	>(C)=O	-one
Alcoli	-OH	-olo
Ammine	-NH <sub>2</sub>	-ammina
alcheni	C=C	-ene
alchini	C≡C	-ino

1. La catena genitore **è la catena più lunga che contiene il gruppo funzionale**
2. La numerazione si esegue assegnando **al gruppo funzionale il numero più basso possibile**
4. Se in entrambe le direzioni il numero assegnato al gruppo funzionale che dà il suffisso è lo stesso allora si numera assegnando al sostituente il numero più basso
5. I sostituenti vanno riportati in ordine alfabetico

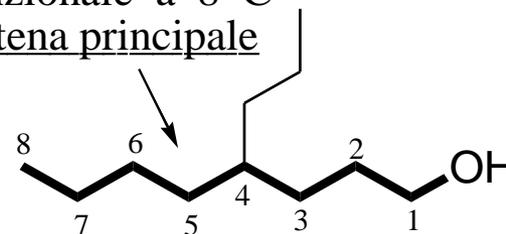
posizione sostituente - nome sostituente - posizione gruppo funzionale - catena principale suffisso

In questo esempio la catena principale è quella orizzontale.  
Catena principale: 8 → carboni → nome dell'alcane corrispondente  
**ottano** → suffisso → **olo** → **ottanolo**  
**Nome: 4-propil-1-ottanolo**

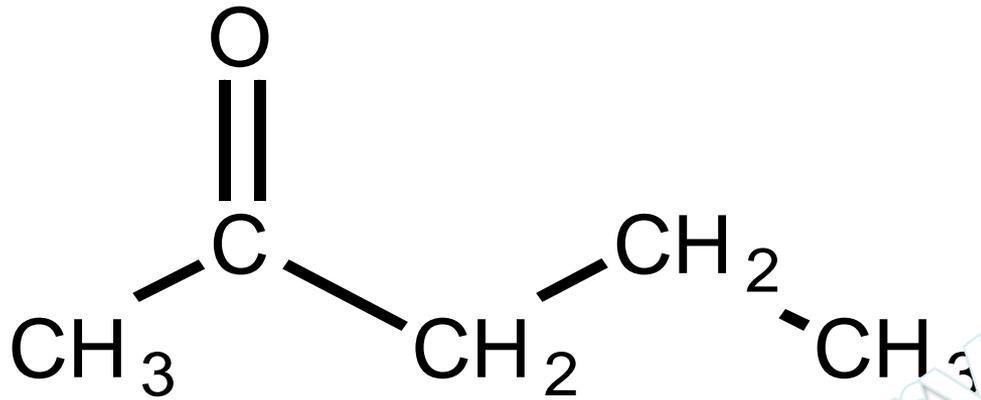
catena con gruppo  
funzionale a 5 C



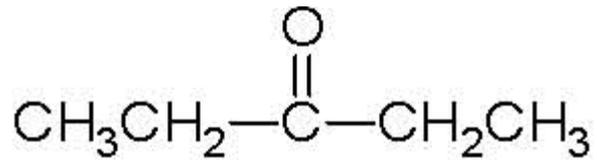
catena con gruppo  
funzionale a 8 C  
Catena principale



# ESEMPI



**2-Pentanone**



**3-pentanone  
(diethylketone)**

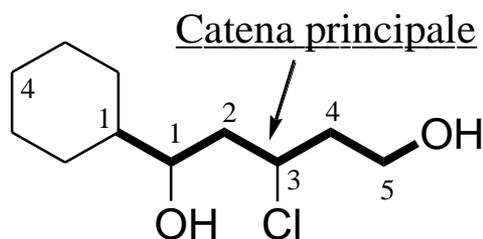
Reserved

## Se il gruppo funzionale è ripetuto più volte??

1. Catena con massimo numero di gruppi funzionali
2. Catena con massimo numero di gruppi funzionali e più lunga
3. Catena con massimo numero di gruppi funzionali, più lunga e più sostituita

## Gruppo funzionale OH

La porzione principale è la catena perché contiene il massimo numero di gruppi principali  
Catena principale: pentano → suffisso → *diolo* → pentadiolo



Sostituenti: cloro e cicloesile.

La numerazione corretta è quella da sinistra a destra così da dare ai sostituenti i numeri più bassi possibili ai sostituenti.

Nel nome dobbiamo indicare le posizioni dei 2 sostituenti e dei 2OH sulla catena principale.

**Nome:** 1-cicloesil-3-cloro-1,5-pentadiolo



## Se è presente anche un legame multiplo?

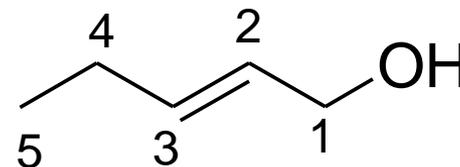
1. Catena con massimo numero di gruppi funzionali
2. Catena con massimo numero di gruppi funzionali e legami multipli
3. Catena con massimo numero di gruppi funzionali, legami multipli e più lunga
4. Catena con massimo numero di gruppi funzionali, legami multipli più lunga e più sostituita

Catena carboniosa di 5 carboni

Gruppi funzionali: OH in posizione 1 → suffisso: *olo*  
doppio legame in posizione 2 → suffisso: *ene*

**Il nome finale deve contenere sia *ene* che *olo***

Il nome si assembla così: **2-penten-1-olo**



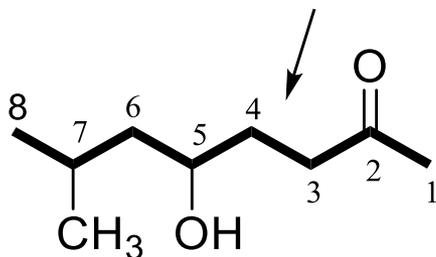
# Se sono presenti più gruppi funzionali?? Vince il più importante!!!



<b>Gruppo</b>	<b>Formula</b>	<b>desinenza</b>	<b>sostituente</b>
Acido carbossilici	-COOH	Acido... -oico	
Esteri	-COOR	R -oato	
Aldeidi	-CHO	-ale	osso
Chetoni	>(C)=O	-one	osso
Alcoli	-OH	-olo	idrossi
Ammine	-NH <sub>2</sub>	-ammina	ammino
alcheni	C=C	ene	-
alchini	C≡C	ino	-

Indipendentemente dal gruppo funzionale, se la catena contiene doppi/tripli legami, la desinenza deve contenere ene/ino

## Catena principale



Il gruppo -C=O ha la precedenza rispetto all'-OH che è indicato con il nome idrossi.



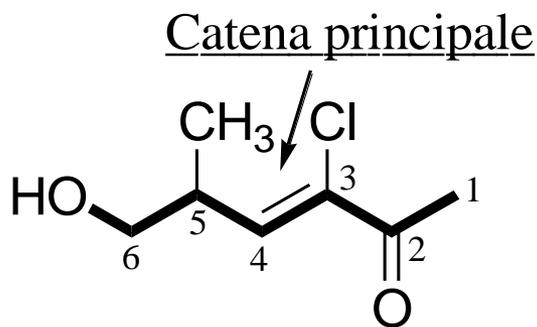
Catena principale che contiene il gruppo funzionale (C=O):

8 C → ottano → **ottanone**

Numeriamo da destra a sinistra così da dare al C=O il numero più basso possibile (posizione 2).

I sostituenti sono: metile in 7 e **idrossi** in 5 (la nomenclatura dell'OH quando si considera un sostituento

Assembliamo il nome: **5-idrossi-7-metil-2-ottanone**



Gruppo funzionale prioritario  $C=O$  → desinenza *one*  
 doppio legame → desinenza *ene*  
 catena principale che contiene il gruppo prioritario: 6 C  
 Sostituenti: idrossi, cloro, metile

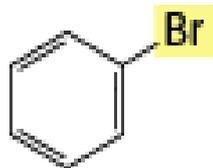
**Nome:** 3-cloro-6-idrossi-5-metil-3-*en*-2-*one*



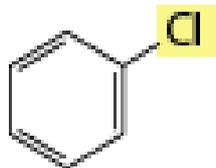
1. Catena con gruppo funzionale prioritario
2. Catena con gruppo funzionale prioritario e massimo numero di legami multipli
3. Catena con gruppo funzionale prioritario, massimo numero di legami multipli e più lunga
4. Catena con gruppo funzionale prioritario, massimo numero di legami multipli, più lunga e più sostituita

# NOMENCLATURA

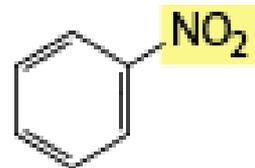
Il nome di alcuni benzeni monosostituiti è formato semplicemente dal nome del sostituente seguito dalla parola "benzene"



bromobenzene

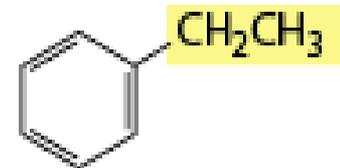


clorobenzene



nitrobenzene

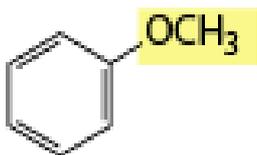
usato come solvente  
nei lucida-scarpe



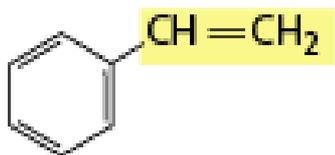
etilbenzene



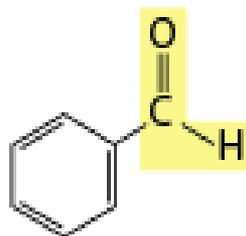
Alcuni benzeni monosostituiti hanno nomi che includono il sostituente; questi nomi vanno memorizzati



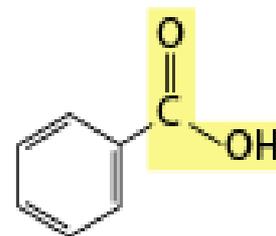
anisolo



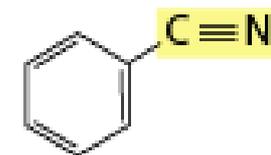
stirene



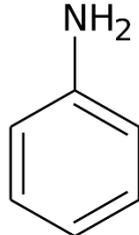
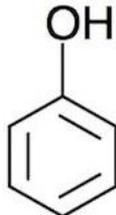
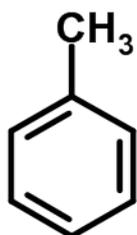
benzaldeide



acido benzoico



benzonitrile



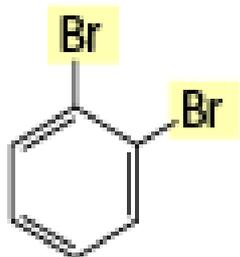
$C_6H_5CH_3$   
Toluene

$C_6H_5OH$   
fenolo

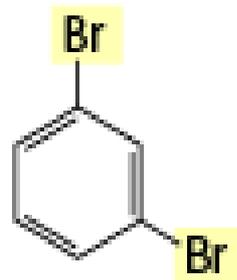
$C_6H_5NH_2$   
anilina

**Non confondere ANILINA con ADENINA/ALANINA**

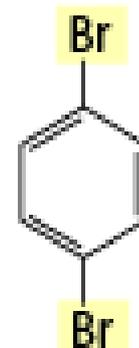
# Nomenclatura benzeni disostituiti



1,2-dibromobenzene  
orto-dibromobenzene  
o-dibromobenzene

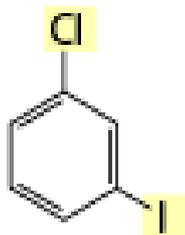


1,3-dibromobenzene  
meta-dibromobenzene  
m-dibromobenzene

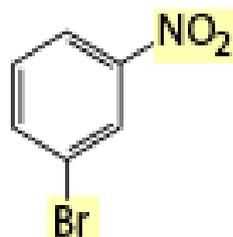


1,4-dibromobenzene  
para-dibromobenzene  
p-dibromobenzene

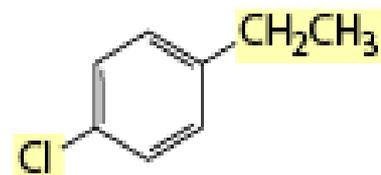
I sostituenti vanno citati in ordine alfabetico



1-cloro-3-iodobenzene  
meta-cloroiodobenzene  
non  
1-iodo-3-clorobenzene  
e nemmeno  
meta-iodoclorobenzene



1-bromo-3-nitrobenzene  
meta-bromonitrobenzene



1-cloro-4-etilbenzene  
para-cloroetilbenzene

Qual è il nome sistematico IUPAC del composto organico con formula  $\text{CH}_3\text{CBr}_2\text{CO}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$ ?

- A) 2,2-dibromo-nonan-2-one
- B) 2,2-dibromo-nonan-3-one
- C) 8,8-dibromo-nonan-7-one
- D) 8,8-dibromo-nonan-3-one
- E) 2,2-dibromo-nonen-2-one

Qual è il nome sistematico IUPAC del composto organico con formula  $\text{CH}_3\text{CBr}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ ?

- A) 2,2-dibromo-ottan-3-olo
- B) 2,2-dibromo-eptan-3-olo
- C) 7,7-dibromo-eptan-6-olo
- D) 7,7-dibromo-ottan-1-olo
- E) 2,2-dibromo-ottan-2-olo

Qual è il nome sistematico IUPAC del composto organico con formula:  $\text{CCl}_2\text{HCF}_2\text{CClFH}$ ?

- A) 1,1,3-tricloro-2,2,3-trifluoropropano
- B) 2,2,3-trifluoro-1,1,3-tricloropropano
- C) 1,1,3-trifluoro-2,2,3-tricloropropano
- D) 2,2,3-tricloro-1,1,3-trifluoropropano
- E) 1,1,3-trifluoro-1,2,2-tricloropropano

# INSATURAZIONI

Un composto organico è definito insaturo quando possiede un numero di idrogeni legati al carbonio inferiore rispetto ad un alcano (**SATURO**)

Alcano  $C_nH_{2n+2}$

Alchene:  $C_nH_{2n}$

Alcano ciclico:  $C_nH_{2n}$

-2H per ogni legame  $\pi$  e/o per ogni ciclo presente nella molecola.  
L'insaturazione corrisponde al legame  $\pi$  e al ciclo (ogni insaturazione  $\rightarrow$  -2H rispetto a  $C_nH_{2n+2}$ )

- $C_8H_{14}$  quante insaturazioni? Se fosse saturo dovrebbe avere 18H ma ne ha 14  $\rightarrow$  4H in meno  $\rightarrow$  2 insaturazioni ( $n^\circ H/2$ )
  - $C_2H_2$  quante insaturazioni? Chi è??
  - $C_6H_6$  quante insaturazioni? Chi è??
  - Qual è la formula del ciclopentadiene???
- 5C, ciclo (-2H), diene (-4H, 2 per ciascun legame  $\pi$ , dovrebbe essere  $C_5H_{12}$  (Saturo) ma è  $C_5H_6$  (6H in meno).
- $C_3H_6O$ ? **Ossigeno non conta.** 6H, 2H in meno  $\rightarrow$  1 insaturazione
  - $C_3H_9N$  **bisogna considerare l'azoto**  $\rightarrow$  H totali =  $9 - 1(N) = 8$  Saturo
  - $C_3H_7Cl$  **bisogna considerare l'alogeno**  $\rightarrow$  H totali =  $7 + 1(Cl) = 8$  Saturo



Se gli H sono dispari. La divisione per 2 non è un numero intero!!!

Quindi **va considerato N/alogeno**. Azoto si sottrae, alogeno si somma

Quale delle seguenti è la formula bruta di un idrocarburo lineare monoinsaturo?

- A)  $C_nH_{2n+2}$
- B)  $C_nH_{2n}$
- C)  $C_nH_{2n-2}$
- D)  $C_nH_{n-1}$
- E)  $C_nH_{n+2}$

Per quanti atomi di idrogeno il benzene differisce dal cicloesano?

- A) 6
- B) 5
- C) 4
- D) 3
- E) 2

77. Un composto di formula  $C_4H_{10}O$  può essere:

- a) Un chetone
- b) Un etere ciclico !!!!! SATURO  $C_nH_{2n+2}$
- c) Un alcol
- d) Un'aldeide
- e) Un acido carbossilico

Quale è la formula bruta dell'aldeide propionica (propanale)?

- A)  $C_3H_5O$
- B)  $C_3H_6O$
- C)  $C_2H_4O$
- D)  $C_2H_3O_2$
- E)  $C_3H_6O_2$

75. Quale, tra i seguenti composti, può rappresentare sia un chetone che un'aldeide?

- a)  $C_6H_6$
  - b)  $C_2H_4$
  - c)  $C_2H_4O_2$
  - d)  $CH_2O$
  - e)  $C_3H_6O$
- !!!! Legame  $\pi$ , almeno 1 O, almeno 3C per poter essere chetone  $C_nH_{2n}$

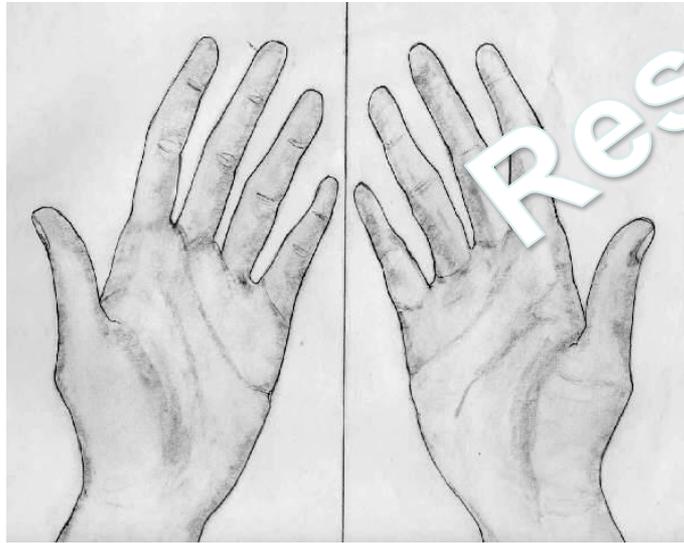
Quale delle seguenti molecole è un isomero strutturale del metilciclopentano?

- A. 2-esene
  - B. cicloesene
  - C. 2-metilpentano
  - D. esano
  - E. 2,2-dimetilbutano
- ! metilciclopentano= 1 insaturazione**

# Chiralità

Il termine **chirale** deriva dal greco *chiros* = mano.  
Un **oggetto chirale** non è sovrapponibile alla sua immagine  
nello specchio.

L'universo è ..Chirale



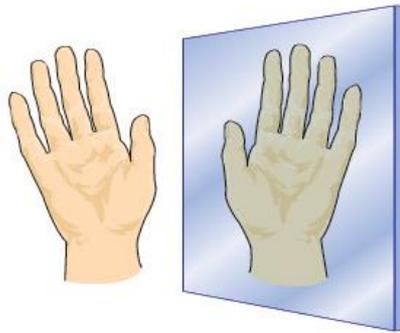
## Oggetti **chirali**

(non sovrapponibili alla propria immagine speculare).

**Senza elementi di simmetria. La mano**

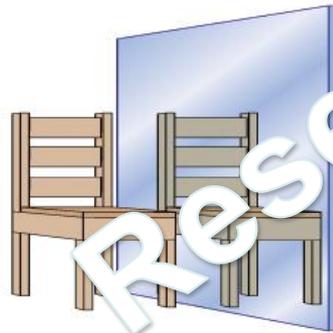
## Oggetti **achirali**

(sovrapponibili alla propria immagine speculare). **Oggetti simmetrici**



mano destra

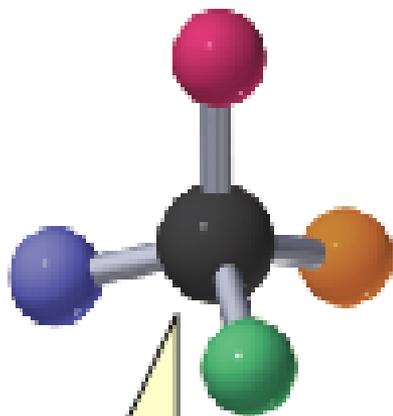
mano sinistra



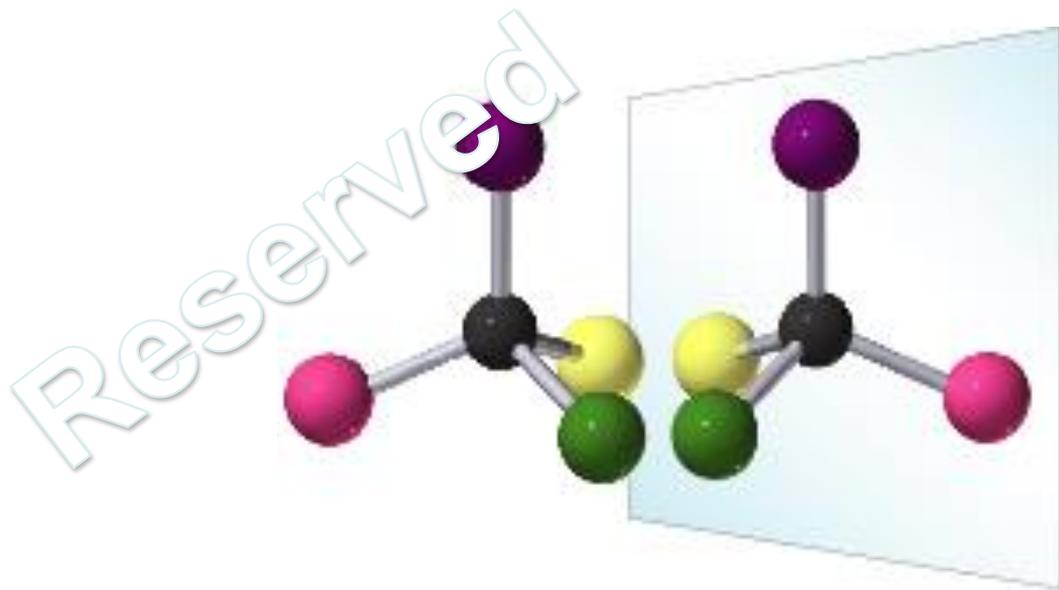
Un test per scoprire la chiralità...  
L'oggetto è sovrapponibile alla propria immagine speculare??  
L'oggetto contiene elementi di simmetria?



Una molecola organica è **chirale** quando presenta come elemento stereogenico un atomo di **carbonio asimmetrico**.

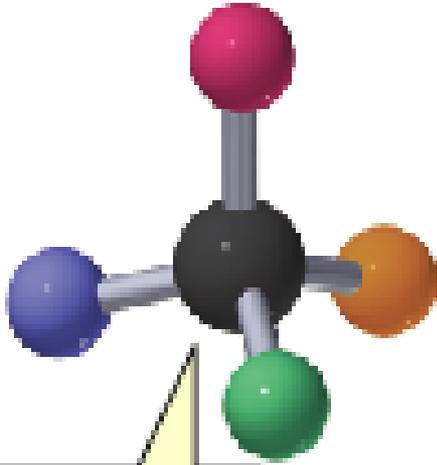


un carbonio asimmetrico

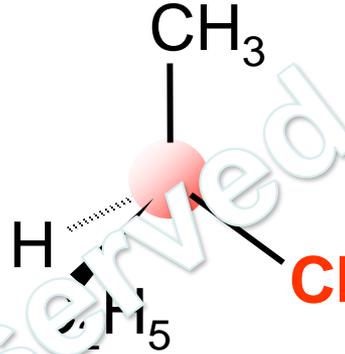


immagini speculari  
non sovrapponibili

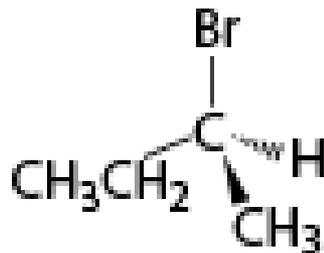
Un atomo di carbonio è asimmetrico quando è legato a quattro sostituenti differenti. Deve essere  $sp^3$



un carbonio asimmetrico



Reserved



una molecola  
chirale

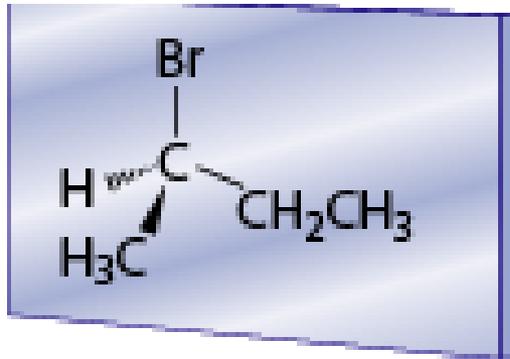


immagine speculare  
non sovrapponibile

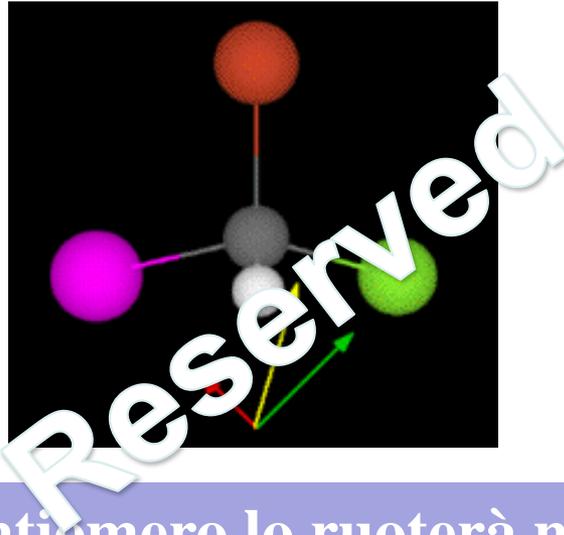
Come si chiamano la molecola  
chirale e la sua immagine  
speculare: **enantiomeri**

enantiomeri

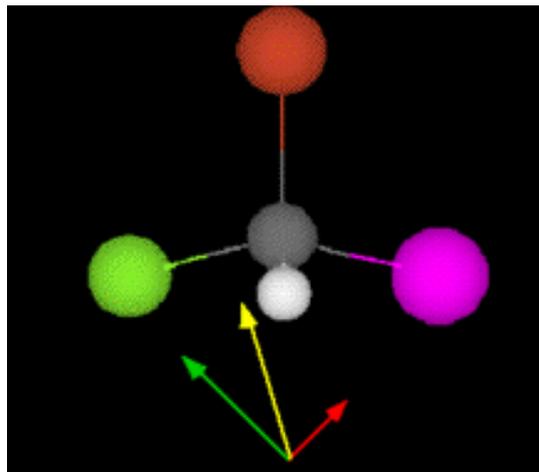
Enantiomeri: sono identici in ogni proprietà chimica e fisica.  
Ma...sono in grado di ruotare la luce piano polarizzata in direzioni opposte e interagiscono in modo differente con oggetti chirali  
Piede destro in scarpa sinistra??  
Mano sinistra con forbici?  
Enzima/substrato??



Una soluzione che contiene un enantiomero ruoterà il piano della luce polarizzata in una direzione.....

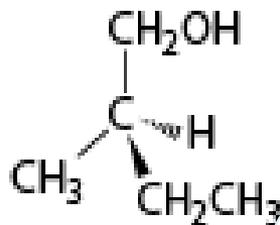


...mentre l'altro enantiomero lo ruoterà nella direzione opposta.



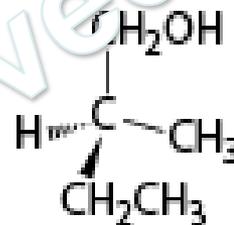
# Qualsiasi composto ruoti il piano della luce polarizzata si definisce OTTICAMENTE ATTIVO

Una Miscela costituita dal 50% di ciascun enantiomero si definisce Miscela RACEMICA e **NON** è Otticamente Attiva.



(R)-2-metil-1-butanol

$$[\alpha]_D^{20\text{ C}} = +5,75$$



(S)-2-metil-1-butanol

$$[\alpha]_D^{20\text{ C}} = -5,75$$

**46. Condizione sufficiente affinché una molecola organica possieda isomeria ottica è:**

A) la presenza di almeno un atomo di carbonio chirale

B) la presenza di un doppio legame tra due atomi di carbonio

C) la diversa posizione di un sostituente lungo la catena di atomi di carbonio

D) la presenza di almeno tre atomi di carbonio asimmetrici

E) la presenza di un triplo legame tra due atomi di carbonio

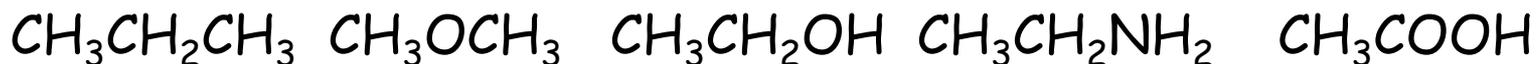
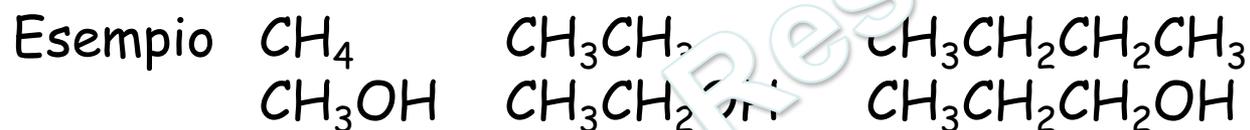
# Proprietà fisiche

Bisogna saper ragionare su **teb** e solubilità in **H<sub>2</sub>O**.

Su entrambe le proprietà impattano:

- **N° di carboni**
- **Tipo di gruppo funzionale**

In genere si paragonano le proprietà nell'ambito di serie **omologhe**, quindi composti con stesso gruppo funzionale ma differenti nelle dimensioni, oppure composti **con analogo peso molecolare ma diverso gruppo funzionale**.



- Un aumento del numero di C (>PM) produce **>teb** e **<solubilità in H<sub>2</sub>O** perché >contributo apolare
- A parità di PM, bisogna guardare i gruppi funzionali e ragionare sulla presenza nella **molecola di legami polarizzati e di gruppi funzionali in grado di formare legami a H** (OH, NH<sub>2</sub>, NH)

# Proprietà fisiche

**Alcani:** composti **non polari e NON solubili in acqua**. Il punto di ebollizione degli idrocarburi aumenta di  $20-30^\circ$  per ogni atomo di carbonio aggiunto alla catena.

**Isomeri strutturali** sono composti diversi e hanno quindi proprietà fisiche diverse

-da C1 a C4 sono **GASSOSI**

-da C5-C17 sono **LIQUIDI**

-da C18 in su **SOLIDI**

Gli **alcheni e gli alchini** sono composti con proprietà fisiche simili a quelle degli alcani con lo stesso scheletro carbonioso (leggermente più polari per legami  $\pi$ ). **Non polari,  $t_{eb}$  simili agli alcani e NON solubili in acqua**

L'introduzione di un atomo diverso da C e H altera fortemente le proprietà fisiche per esistenza di legami **polarizzati** e di **gruppi donatori/accettori di legame H**.

**Aldeidi/Chetoni/Esteri/Ammidi.** Moderatamente polari, per la presenza del legame C=O.  $t_{eb}$  > degli idrocarburi, solubili in  $H_2O$  se  $C \leq 3$  (acetone solubile in  $H_2O$ ).

**Alcoli/Ammine 1 e 2/Acidi carbossilici.** Composti polari, **legame H**, solubili in  $H_2O$  se il rapporto tra n di C e gruppi OH (NH)  $\leq 4$

[Alcani≈alcheni≈alchini]→[Eteri≈Aldeidi≈Chetoni≈esteri≈ammidi]→

ammine III<sup>a</sup>→ammine II<sup>a</sup>→ammine I<sup>a</sup>→alcoli→acidi carbossilici



## $T_{eb}$ e solubilità in $H_2O$

- Con gruppi funzionali diversi, si paragonano molecole con PM simile
- Con lo stesso gruppo funzionale (serie omologa), le proprietà variano con il n° di C. Aumentare del n° di carboni, aumenta la  $t_{eb}$  e diminuisce la solubilità in acqua.



$T_{eb}$



solubilità in  $H_2O$

**In un esercizio:** individuare il composto con gruppo/gruppi OH. Il gruppo OH è quello che ha maggior peso in termini di  $t_{eb}$  e solubilità in  $H_2O$  (legame a H)

Il biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ), il propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) e l'etanale ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) hanno tutti  $M_r = 44$ .

Quale risposta indica correttamente l'ordine con cui questi composti diventano gas riscaldando a partire da  $-100^\circ\text{C}$  mantenendo la pressione costante?

- A.  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CO}_2$
- B.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$
- C.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}$
- D.  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}$
- E.  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ,  $\text{CO}_2$

Quale dei seguenti composti mostra maggiore temperatura di ebollizione a pressione costante?

- A.  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$
- B.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- C.  $\text{CH}_3\text{CHO}$
- D.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- E.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

Tra A, B, C, E (MW SIMILE) VINCE B.  
Tra B e D VINCE D (>MW)

Quale dei seguenti composti mostra maggiore temperatura di ebollizione a pressione costante?

- A.  $\text{NH}_3$
- B.  $\text{PH}_3$
- C.  $\text{H}_2\text{S}$
- D.  $\text{H}_2\text{O}$
- E.  $\text{NCl}_3$

Legame H: solo per N-H e O-H. VINCE OH  
Ricorda: nell'ambito delle interazioni molecola/molecola, il legame H è quello che maggiormente impatta su te. Escludere  $\text{NCl}_3$

**Date le tre coppie di sostanze indicate di seguito, si identifichi per ogni coppia quale sostanza presenta forze intermolecolari maggiori.**

1.  $\text{CH}_4$  e  $\text{CBr}_4$

2.  $\text{N}_2$  e  $\text{NO}$

3.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$  e  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

**[Si assumano temperatura e pressione standard (STP)]**

A) 1:  $\text{CBr}_4$ , 2:  $\text{NO}$ , 3:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

B) 1:  $\text{CBr}_4$ , 2:  $\text{N}_2$ , 3:  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

C) 1:  $\text{CBr}_4$ , 2:  $\text{N}_2$ , 3:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

D) 1:  $\text{CH}_4$ , 2:  $\text{NO}$ , 3:  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

E) 1:  $\text{CH}_4$ , 2:  $\text{N}_2$ , 3:  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

**Che cosa si verifica se nella catena di un idrocarburo saturo si sostituisce un atomo di idrogeno con un gruppo funzionale?**

A) Cambiano le proprietà chimiche e fisiche della sostanza e la massa della molecola

B) Cambia la massa della molecola, ma le proprietà fisiche della sostanza restano invariate

C) Cambia la massa della molecola, ma le proprietà chimiche della sostanza restano invariate

D) Cambiano le proprietà fisiche della sostanza, ma non la massa della molecola

E) Cambiano le proprietà chimiche della sostanza, ma non la massa della molecola

**Le ammidi hanno carattere:**

- A) Neutro
- B) Basico
- C) Fortemente acido
- D) Debolmente acido
- E) Fortemente basico

**Quale dei seguenti solventi, aggiunto all'acqua in volumi uguali, NON dà origine ad un sistema a due fasi?**

- A) alcol etilico
- B) etere etilico
- C) n-esano
- D) benzene
- E) cloroformio

**Quale dei seguenti liquidi è miscibile con un egual volume di acqua?**

- A) Alcol metilico
- B) Etere etilico
- C) Olio di paraffina
- D) Cloroformio
- E) Etere di petrolio

# Reazioni chimiche

In CHIMICA ORGANICA un **acido di Lewis** è chiamato anche **elettrofilo** (attratto dall'elettrone), una **base di Lewis**, quando reagisce con un elettrofilo diverso dal protone, è definita anche **nucleofilo** (attratto dal nucleo).

Le reazioni si basano sull'interazione tra atomi o molecole ricche di elettroni (**nucleofili**) e atomi o molecole povere di elettroni (**elettrofili**)

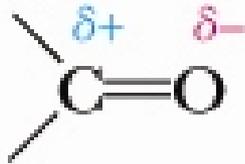
Quindi, quando si studiano le reazioni di un composto organico bisogna capire se **il/i carbonio/i della molecola coinvolta nella reazione si comporta da elettrofilo o nucleofilo.**

**Le reazioni in chimica organica avvengono sempre tra un nucleofilo ed un elettrofilo**

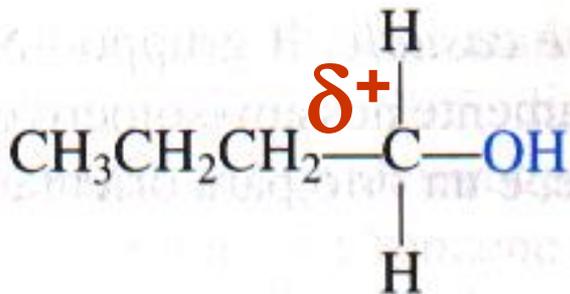
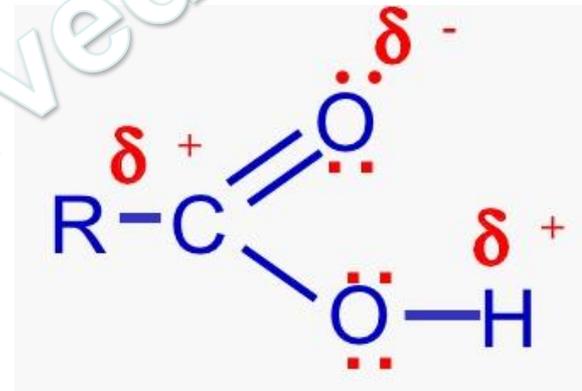
# Elettrofili

Ovviamente il protone. Ma ci interessa capire quando il C è elettrofilo. Tutte le volte che è legato ad un eteroatomo + elettronegativo (O, N, alogeno).

Alcoli, eteri, ammine, composti carbonilici, alogenuri alchilici SONO elettrofili al Carbonio.



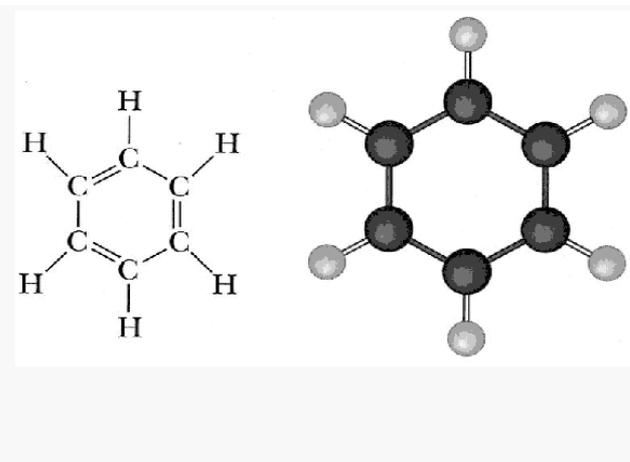
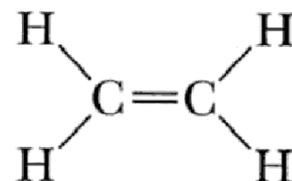
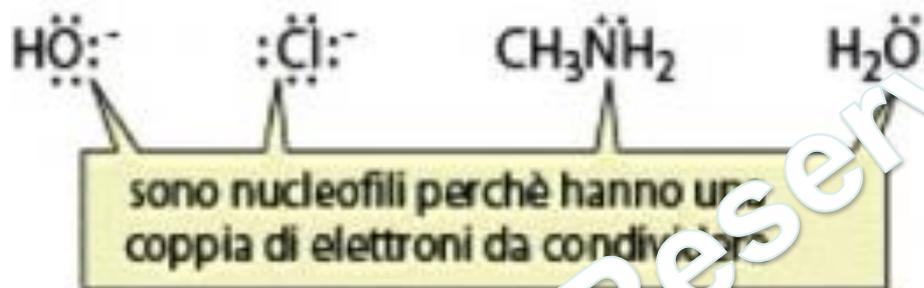
Polarità del  
gruppo carbonilico



# Nucleofili

Molecole ricche di elettroni, come acqua,  $\text{OH}^-$ . Nelle molecole neutre, il C NON ha mai doppietti elettronici disponibili!!! Ma può essere nucleofilo per la densità elettronica  $\pi$ .

Alcheni, alchini e anelli aromatici sono NUCLEOFILI al Carbonio



E' possibile classificare le reazioni organiche in tre grosse famiglie:

Reazioni di addizione

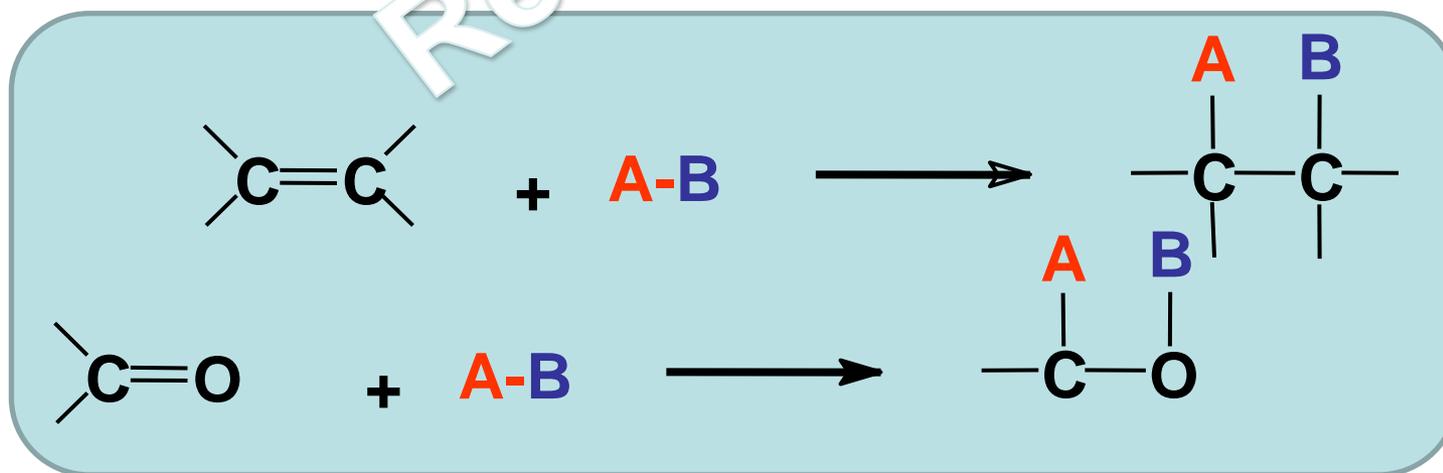
Reazioni di sostituzione

Reazioni di eliminazione

## Addizione

Necessario doppio o triplo legame. La reazione è a carico del legame  $\pi$ .

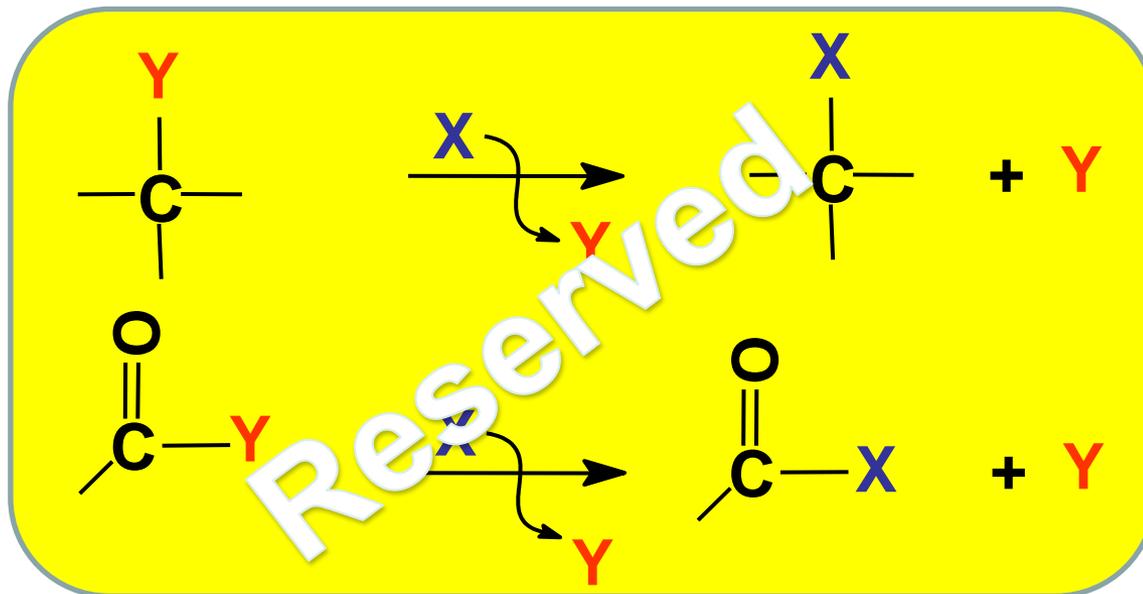
Alcheni, alchini, aldeidi e chetoni



## Sostituzione

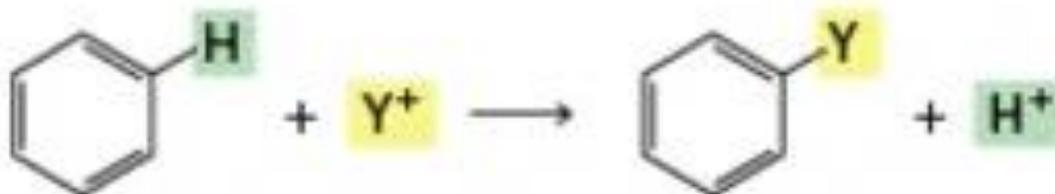
Necessario legame **semplice** con gruppo + elettronegativo (**Y**). Il carbonio può essere sp<sup>3</sup> o sp<sup>2</sup>.

Alcoli, eteri, ammine, acidi carbossilici e derivati (esteri, alogenuri acilici..)



### **Eccezione 1**

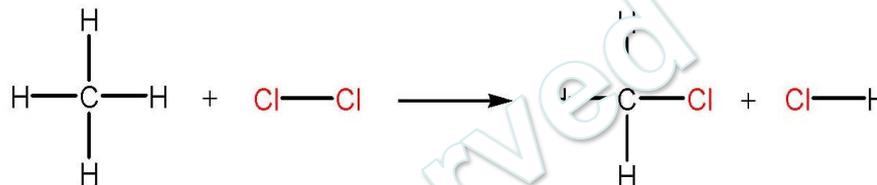
La sostituzione **può riguardare H legato al C!!!** Il benzene, nonostante abbia C=C, da reazioni di sostituzione e non di addizione. E' sostituito un H.



## Eccezione 2

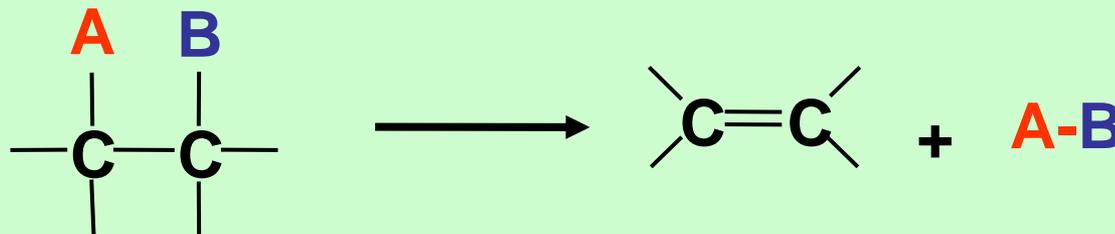
Gli alcani reagiscono con gli alogeni ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ) in presenza di radiazioni luminose o di calore per dare sostituzione di H.

### ALOGENAZIONE DEL METANO



## Eliminazione

Una molecola neutra ( $H_2O$ ,  $HX$ ) è eliminata dal composto organico. Si forma un legame  $\pi$  (Alchene). **Tipica di alcoli e alogenuri alchilici**



In dipendenza delle caratteristiche del reagente coinvolto nella trasformazione del composto organico

la reazione è identificata dal sostantivo **addizione** o **eliminazione** seguito dall'**aggettivo elettrofila** o **nucleofila** in base alle caratteristiche del **reagente**.

Le caratteristiche del reagente sono opposte a quella del **carbonio/i coinvolto/i nella reazione**.

Quindi

- se il composto organico è **elettrofilo** e da **reazione di addizione**, la reazione avverrà con un **nucleofilo** e si chiamerà **REAZIONE DI ADDIZIONE NUCLEOFILA**.
- Se il composto organico è **nucleofilo** e da **reazione di addizione**, la reazione avverrà con un **elettrofilo** e si chiamerà **REAZIONE DI ADDIZIONE ELETTROFILA**.

Stesso ragionamento per le reazioni di **SOSTITUZIONE**.

Quindi:

- Il carbonio è elettrofilo o nucleofilo? Il reagente?
- La reazione è addizione o sostituzione?
  
- **Alcheni, alchini:** nucleofili. Reazione di addizione (legame  $\pi$ ) con elettrofili. REAZIONE DI ADDIZIONE ELETTROFILA
- **Aldeidi, chetoni:** elettrofili. Reazione di addizione (legame  $\pi$ ) con nucleofili. REAZIONE DI ADDIZIONE NUCLEOFILA
- **Benzene:** nucleofilo. Reazione di sostituzione con elettrofili. REAZIONE DI SOSTITUZIONE ELETTROFILA
- **Alcoli, eteri, ammine, acidi carbossilici e derivati (esteri, alogenuri acilici..):** TUTTI CON CARBONIO elettrofilo e gruppo Y sostituibile. REAZIONE DI SOSTITUZIONE NUCLEOFILA
  
- **Alcani:** non sono elettrofili o nucleofili. Reagiscono con meccanismo diverso. REAZIONE DI SOSTITUZIONE

## Da ricordare:

**Alchene** → alcol

**Alchene** → alogenuro alchilico

**Alchene** → alcano

Addizione di  $H_2O$  = **IDRATAZIONE**

Addizione di  $HX$

Addizione di  $H_2$  = **Idrogenazione = Riduzione**

Non dovete scrivere...ricordare le desinenze...

da etene →etanolo/da etene→etano

TABELLA 5.1 Reazioni di addizione caratteristiche degli alcheni

Reazione	Nome(i) descrittivo(i)
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \end{array} = \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \end{array} + \text{HCl} \longrightarrow \begin{array}{cc}   &   \\ \text{C} & - & \text{C} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array}$	idrociorurazione (idroalogenazione)
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \end{array} = \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \end{array} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \begin{array}{cc}   &   \\ \text{C} & - & \text{C} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{OH} \end{array}$	idratazione
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \end{array} = \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \end{array} + \text{H}_2 \longrightarrow \begin{array}{cc}   &   \\ \text{C} & - & \text{C} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	idrogenazione (riduzione)

## Da ricordare:

Alcol → alchene

Alcol → alogenuro alchilico

Alogenuro alchilico → alcol

Alogenuro alchilico → alchene

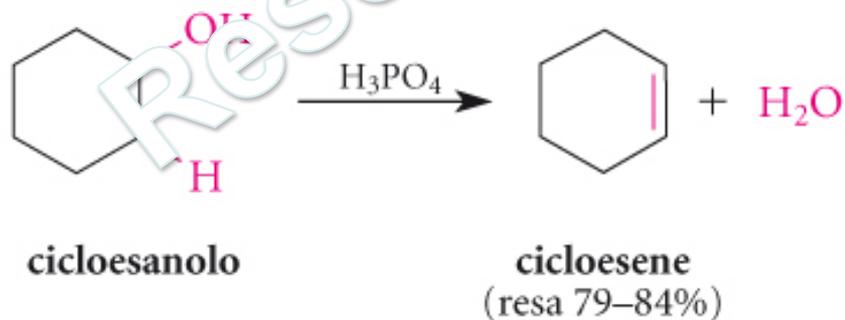
Eliminazione di H<sub>2</sub>O = **DISIDRATAZIONE**

Sostituzione

Sostituzione

Eliminazione

Non dovete scrivere...ricordare le desinenze  
da etanolo → etene/da etanolo → alogenoe...



# Ossidazione e riduzione

Molte reazioni portano ad una variazione dello stato di ossidazione della molecola organica.

Come facciamo a capire se in una trasformazione è avvenuta una ossidazione o riduzione?

**NON è utile calcolare il n.o!!!!** Il n.o è una media tra i n.o. di tutti i carboni della molecola!!

Guardiamo solo il carbonio/i carboni coinvolti nella trasformazione ricordandoci che H +1, O -2, N -3, alogeni -1 e quindi **più H sono legati al C più il carbonio è ridotto, più ossigeni/alogeni sono legati al C più il carbonio è ossidato!!!**

- Un aumento di H legati al C → RIDUZIONE
- Una diminuzione di H legati al C → OSSIDAZIONE
- Un aumento di O/N/Alogeni legati al C → OSSIDAZIONE
- Una diminuzione di O/N/Alogeni legati al C → RIDUZIONE
- Una sostituzione tra O/N/Alogeni legati al C → NO OX/RID

Quindi

▪ Nella trasformazione è coinvolto un solo C...

✓  $\text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$       OSSIDAZIONE l'H (+1) è sostituito dal Cl (-1).  
Diminuiscono gli H e aumentano alogeni

✓  $\text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$       OSSIDAZIONE l'H (+1) è sostituito da OH (-1)  
Diminuiscono gli H e aumenta Ossigeno

✓  $\text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$       NO OSSIDAZIONE Gli H non cambiano, Cl è  
sostituito da OH, n.o Cl=C

✓  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$       OSSIDAZIONE il C ha perso un H  
Diminuiscono gli H

✓  $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$       RIDUZIONE il C ha guadagnato un H  
Aumentano gli H

✓  $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$       OSSIDAZIONE il C ha guadagnato un O  
Diminuiscono H e aumenta O

Se nella trasformazione sono coinvolti 2 C (alcheni e alchini)???

ATTENZIONE!!!!

- ✓  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3$  RIDUZIONE entrambe i C hanno guadagnato un H
- ✓  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}\equiv\text{CH}$  OSSIDAZIONE entrambe i C hanno perso un H
- ✓  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$  OSSIDAZIONE entrambe i C hanno guadagnato un Br
- ✓  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$  NO OSS/RID un C ha guadagnato H (si è ridotto), un C ha guadagnato Br (si è ossidato)  $\equiv$  lo stato di ossidazione della molecola NON è cambiato
- ✓  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  NO OSS/RID un C ha guadagnato H (si è ridotto), un C ha guadagnato OH (si è ossidato)  $\equiv$  lo stato di ossidazione della molecola NON è cambiato

# Trasformazioni da ricordare!!

**Ossidazione**



Alcano  $\rightarrow$  alchene  $\rightarrow$  alchino



**Riduzione**

**Ossidazione**



Alcol 1°  $\rightarrow$  aldeide  $\rightarrow$  acido carbossilico



**Riduzione**

**Ossidazione**



Alcol 2°  $\rightarrow$  chetone



**Riduzione**

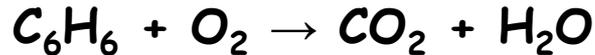
I chetoni NON possono essere ossidati in condizioni usuali

# Combustione

I composti reagiscono con ossigeno producendo  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e calore. E' una REDOX!

Bisogna saper bilanciare la reazione! NON con calcolo n.o.!!!

Individua la successione numerica che indica correttamente i coefficienti della seguente reazione chimica:



A) 2, 15 = 12, 6

B) 1, 6 = 3, 3

C) 1, 6 = 6, 3

D) 2, 9 = 12, 6

E) 2, 7 = 3, 1

Prima bilanciamo il C, poi H e alla fine calcoliamo gli O totali nei prodotti. Nell'esempio, nei prodotti avremo 15 O in totale.

Cosa mettiamo come coefficiente stechiometrico di  $\text{O}_2$  nei reagenti??  
15/2 e poi mcm

**Dall'ossidazione totale di una molecola di etanolo si ottengono:**

- A) due molecole di  $CO_2$  e tre di acqua
- B) solo due molecole di  $CO_2$
- C) due molecole di  $CO$  ed una di  $CO_2$
- D) solo due molecole di  $CO$
- E) due molecole di  $CO_2$  ed una di acqua

**Qual è il volume minimo di ossigeno necessario per la combustione completa di 400 ml di propano?**

**Si assuma che entrambi i gas siano ideali e che abbiano la stessa pressione e temperatura.**

- A) 2000 ml
- B) 2600 ml
- C) 2800 ml
- D) 3600 ml
- E) 4000 ml

# Condensazione e idrolisi

- La reazione di **condensazione** è la formazione di un legame chimico tra due specie con formazione di una molecola di  $H_2O$
  - L'**idrolisi** è una reazione di rottura di un legame chimico ad opera dell'  $H_2O$
- Formalmente l'una l'inverso dell'altra*



Alla base della formazione dei polimeri del mondo biologico (peptidi, polisaccaridi, acidi nucleici). I polimeri naturali sono polimeri di condensazione. Per ogni legame tra monomeri si perde una molecola d' $H_2O$ .



# NON CONFONDERE IDROLISI CON IDRATAZIONE

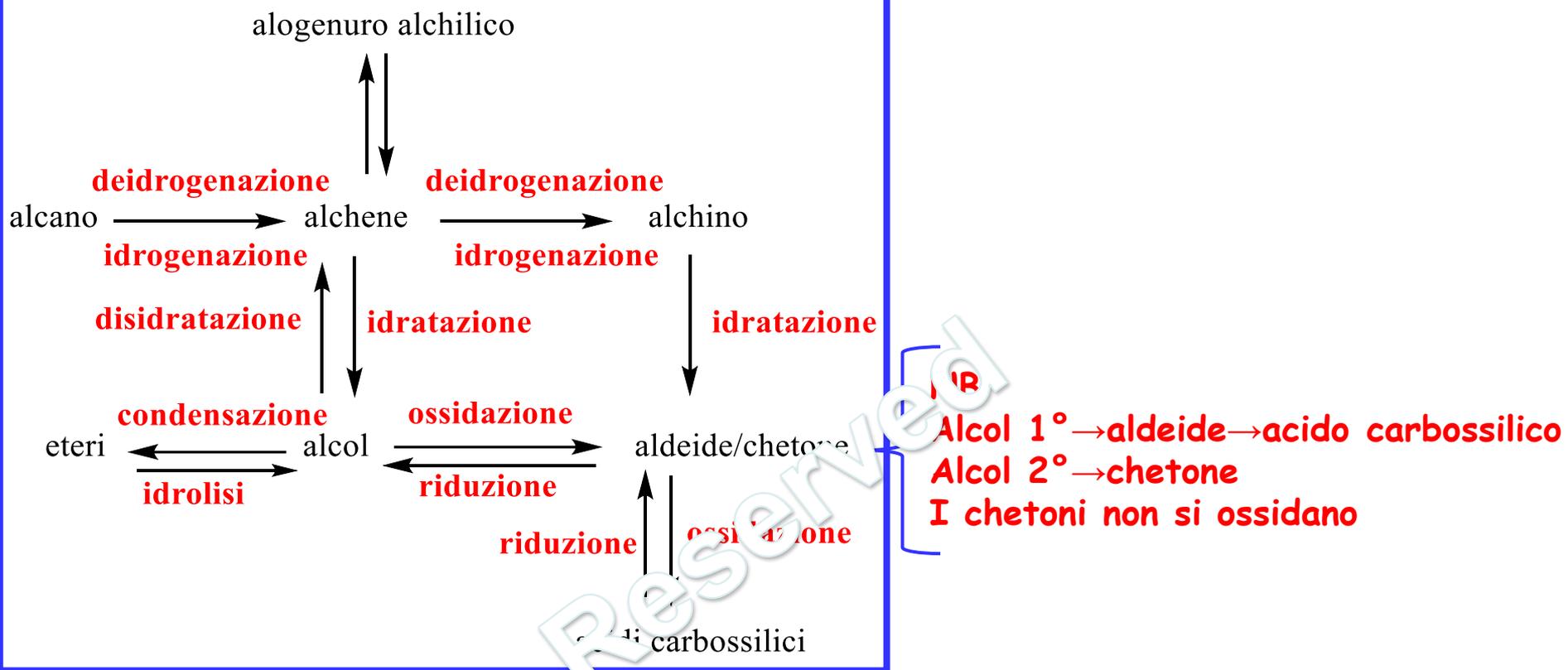
**Idrolisi**, reazione di rottura di un legame chimico ad opera dell'  $H_2O$

**Idratazione**, addizione di  $H_2O$



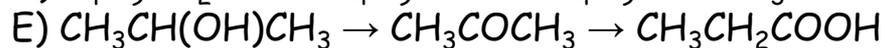
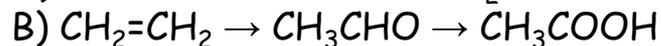
Ricorda idrolisi disaccaridi/polisaccaridi, trigliceridi, peptidi



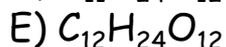
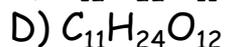
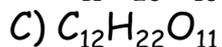
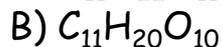
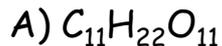


Un alcol primario può essere ossidato a dare prima una aldeide e poi un acido carbossilico.

Quale delle seguenti sequenze rappresenta l'ordine corretto di queste reazioni?



Indicare la formula bruta del disaccaride che si ottiene dall'unione di un pentoso con un esoso



Per disidratazione degli alcoli si possono ottenere:

A) alcheni

B) chetoni

C) alcani

D) acidi carbossilici

E) alchini

Gli esteri si ottengono dalla reazione tra:

A) un'aldeide e un alcol con eliminazione di acqua

B) un'aldeide e un alcol senza eliminazione di acqua

C) un acido ossigenato organico o inorganico e un alcol, senza eliminazione di acqua

D) un acido ossigenato organico o inorganico e un alcol, con eliminazione di acqua

E) due alcoli, uguali o differenti, con eliminazione di acqua

Indica quanti atomi di ossigeno sono necessari per l'ossidazione totale di una molecola di metano:

A) uno

B) quattro

C) due

D) tre

E) cinque

**Nella formazione di un disaccaride da due monosaccaridi:**

- A) entrambi i monosaccaridi si riducono
- B) il primo monosaccaride si ossida, il secondo si riduce
- C) si forma in alcuni casi un legame ammidico, in altri casi un legame glicosidico
- D) entrambi i monosaccaridi si ossidano
- E) si elimina acqua

**Quale dei seguenti composti può essere prodotto a partire dall'etanolo usando esclusivamente una reazione di sostituzione?**

- A Bromoetano
- B Etanale
- C acido etanoico
- D etossietano
- E Etene

**Di seguito sono riportati alcuni composti che possono essere ottenuti dall'etene,  $C_2H_4$ :**

$C_2H_6$ ,  $C_2H_5Br$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $CH_2BrCH_2Br$ ,  $(CH_2CH_2)_n$

**Quale può essere prodotto attraverso una reazione di ossidazione?**

- A.  $C_2H_6$
- B.  $CH_2BrCH_2Br$
- C.  $C_2H_5Br$
- D.  $C_2H_5OH$
- E.  $(CH_2CH_2)_n$

Un estere può essere direttamente prodotto dalla reazione dell'acido propanoico con l'1-butanol.

Qual è la formula dell'estere?

- A)  $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$
- B)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_4\text{H}_9$
- C)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$
- D)  $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOC}_3\text{H}_7$
- E)  $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOC}_4\text{H}_9$

Di seguito sono riportati alcuni composti che possono essere ottenuti dal propino,  $\text{C}_3\text{H}_4$ :

$\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_4\text{Br}_2$

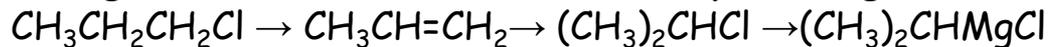
Quale può essere prodotto attraverso una reazione di ossidazione?

- A.  $\text{C}_3\text{H}_4\text{Br}_2$
- B.  $\text{C}_3\text{H}_8$
- C.  $\text{C}_3\text{H}_6$
- D.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
- E.  $\text{C}_3\text{H}_4\text{Br}_2$

La presenza di un alogeno (che è caratterizzato da un'elevata elettronegatività) su un acido carbossilico a dare un alogenuro acilico del tipo:  $\text{RCClO}$ , come modifica la reattività?

- A) Aumenta la reattività nei confronti di nucleofili, in quanto rende ancora più  $\text{d}^+$  il carbonio del gruppo  $\text{C}=\text{O}$
- B) Diminuisce la reattività nei confronti di nucleofili, in quanto rende  $\text{d}^-$  il carbonio del gruppo  $\text{C}=\text{O}$
- C) Aumenta la reattività nei confronti di nucleofili, in quanto rende ancora più  $\text{d}^-$  il carbonio del gruppo  $\text{C}=\text{O}$
- D) Diminuisce la reattività nei confronti di nucleofili, in quanto rende  $\text{d}^+$  il carbonio del gruppo  $\text{C}=\text{O}$
- E) Non modifica in nessun modo la reattività

Di seguito è mostrata la via sintetica per il seguente reattivo di Grignard  $(\text{CH}_3)_2\text{CHMgCl}$ .



Che tipi di reazioni corrispondono agli stadi 1, 2 e 3?

- A 1=addizione; 2=eliminazione; 3=sostituzione
- B 1= eliminazione; 2=addizione; 3=riduzione
- C 1= eliminazione; 2=addizione; 3=ossidazione
- D 1= eliminazione; 2=addizione; 3=idrolisi
- E 1= addizione; 2=eliminazione; 3=riduzione

**Stadio 3: da C legato a Cl a C legato a Mg????**  
**RIDUZIONE**

Di seguito è mostrata la via sintetica per il seguente composto  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$

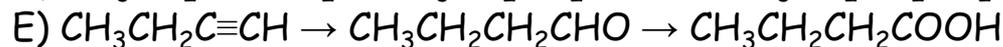
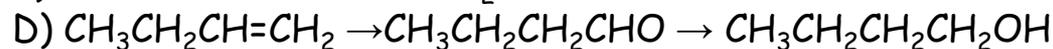
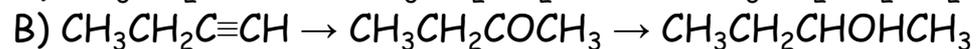
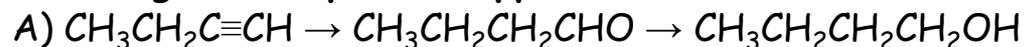


Che tipi di reazioni corrispondono agli stadi 1, 2 e 3?

- A 1=riduzione; 2=ossidazione; 3=sostituzione
- B 1= eliminazione; 2=addizione; 3=riduzione
- C 1= addizione; 2=addizione; 3=ossidazione
- D 1=riduzione; 2=ossidazione; 3=ossidazione
- E 1= addizione; 2=eliminazione; 3=ossidazione

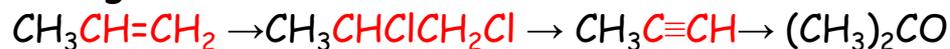
**Guardare i C coinvolti nella trasformazione**

Un alchino può essere trasformato in aldeide che poi può essere ridotta ad alcol primario. Quale delle seguenti sequenze rappresenta l'ordine corretto di queste reazioni?



Identificare alòchino come primo reagente  
Alcol 1° come prodotto finale

Di seguito è mostrata la via sintetica l'acetone



Che tipi di reazioni corrispondono agli stadi 1, 2 e 3?

A 1=addizione; 2=eliminazione; 3=sostituzione

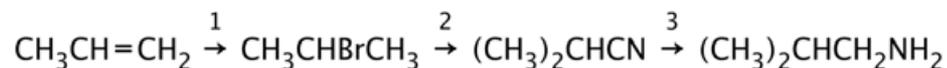
B 1= eliminazione; 2=addizione; 3=riduzione

C 1= addizione; 2=eliminazione; 3=addizione

D 1= addizione; 2=eliminazione; 3=idrolisi

E 1= addizione; 2=eliminazione; 3=ossidazione

Di seguito è mostrata la via sintetica per il composto  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{NH}_2$ .



Che tipi di reazioni corrispondono agli stadi 1, 2 e 3?

A 1=addizione; 2=sostituzione; 3=riduzione

B 1= addizione; 2=sostituzione; 3=idrolisi

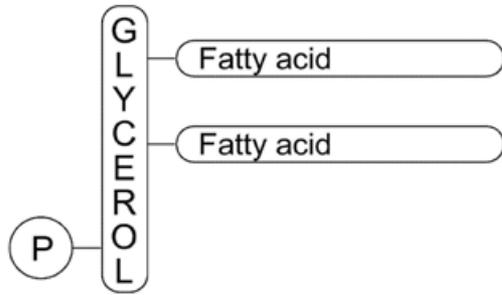
C 1= addizione; 2= addizione; 3=riduzione

D 1=sostituzione; 2=addizione; 3=idrolisi

E 1=sostituzione; 2= addizione; 3=riduzione

**Guardare i C coinvolti nella trasformazione**

Un fosfolipide è mostrato nel diagramma.



**Idrolisi? Non si forma acqua!!!!**

P = phosphate

Quante molecole di acqua si formano in seguito all'idrolisi a gruppo fosfato, glicerolo e acidi grassi?

- A 0
- B 1
- C 2
- D 3
- E più di 3

Cosa si ottiene per idrogenazione catalitica di un acido grasso monoinsaturo?

- A) Il corrispondente acido grasso saturo
- B) Un estere dell'acido grasso
- C) Un tioestere dell'acido grasso
- D) Un trigliceride
- E) Un fosfolipide

Identifica la formula di un polisaccaride formato a partire da 5 unità di glucosio

- A  $C_{30}H_{60}O_{30}$
- B  $C_6H_{12}O_6$
- C  $C_{30}H_{52}O_{26}$
- D  $C_5H_{10}O_5$
- E  $(CH_{n-1}O)_2$