

# *Chimica del carbonio*

La chimica organica è la chimica dei composti del carbonio, che sono i "mattoni" con cui sono costruiti tutti i corpi viventi della terra. Questi composti comprendono ad esempio:

- il DNA, la molecola che contiene l'informazione genetica,
- le proteine del nostro organismo (proteine dei muscoli, della pelle, gli enzimi),
- i carboidrati (zuccheri) che ci forniscono energia assieme ai
- lipidi che sono anche i costituenti delle membrane biologiche

In presenza di ossigeno dell'aria i composti del carbonio contenuti negli alimenti vengono degradati per fornire energia al nostro organismo.

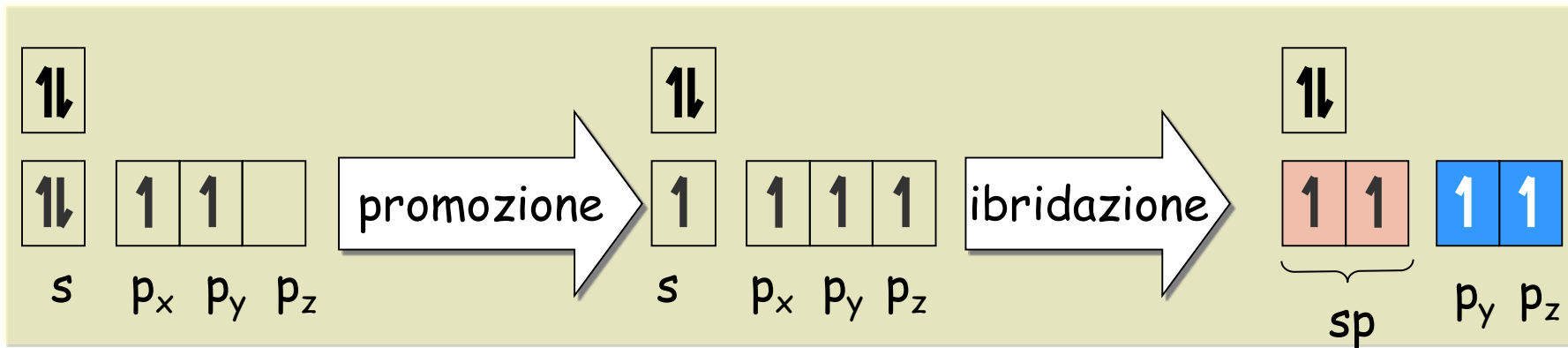
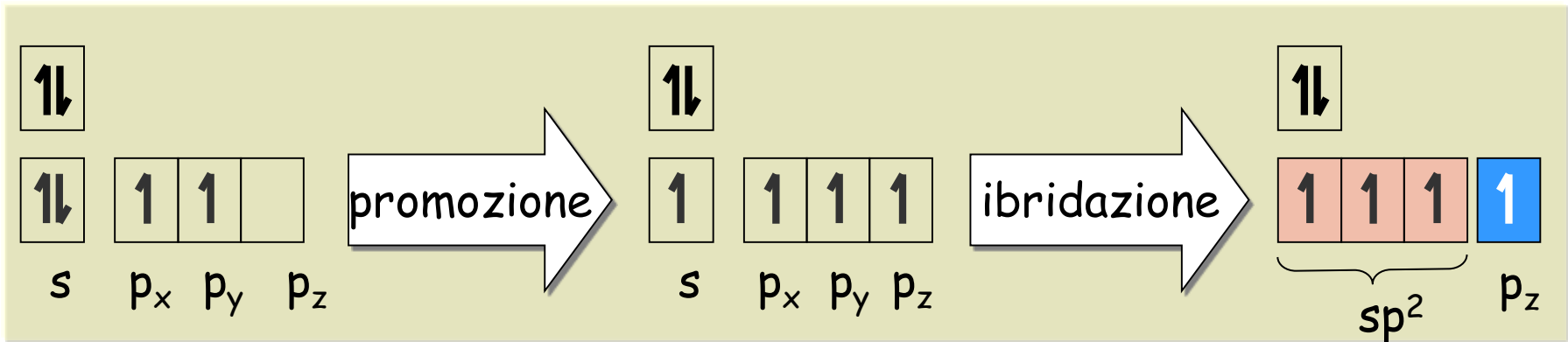
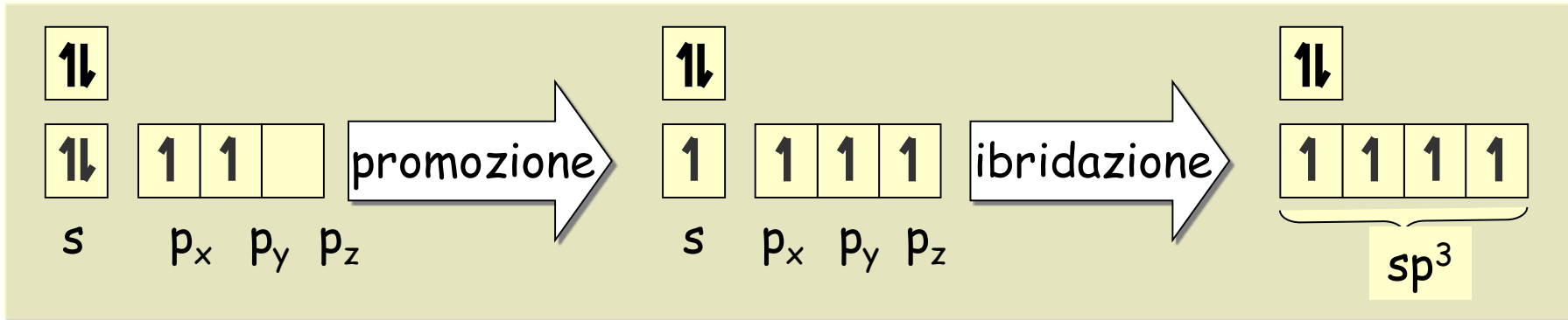
**Il carbonio è un elemento**

**del 4° gruppo e quindi ha una configurazione**

**elettronica esterna..... $2s^2 2p^2$**

**Il suo numero di ossidazione varia da + 4 a – 4**

**Può essere ibridato  $sp^3$ ,  $sp^2$  o  $sp$**



- Ibridazione  $sp^3$  → se l'atomo di carbonio è legato a 4 atomi; i 4 orbitali ibridi degeneri  $sp^3$  sono orientati verso i vertici di un tetraedro regolare con angoli di  $109,5^\circ$
- Ibridazione  $sp^2$  → se l'atomo di carbonio è legato a 3 atomi; i tre orbitali ibridi degeneri  $sp^2$  si dispongono su un piano passante per il nucleo dell'atomo e sono orientati verso i vertici di un triangolo equilatero con angoli di  $120^\circ$
- Ibridazione  $sp$  → se l'atomo di carbonio è legato a due atomi; i due orbitali ibridi degeneri  $sp$  sono disposti lungo una retta passante per il nucleo dell'atomo, a  $180^\circ$  l'uno dall'altro

**Il carbonio può formare legami covalenti**

**carbonio-carbonio semplici, doppi o tripli:**

- **semplici:  $C-C$  (atomi di carbonio ibridati  $sp^3$ )**
- **doppi:  $C=C$  (atomi di carbonio ibridati  $sp^2$ )**
- **tripli:  $C\equiv C$  (atomi di carbonio ibridati  $sp$ )**

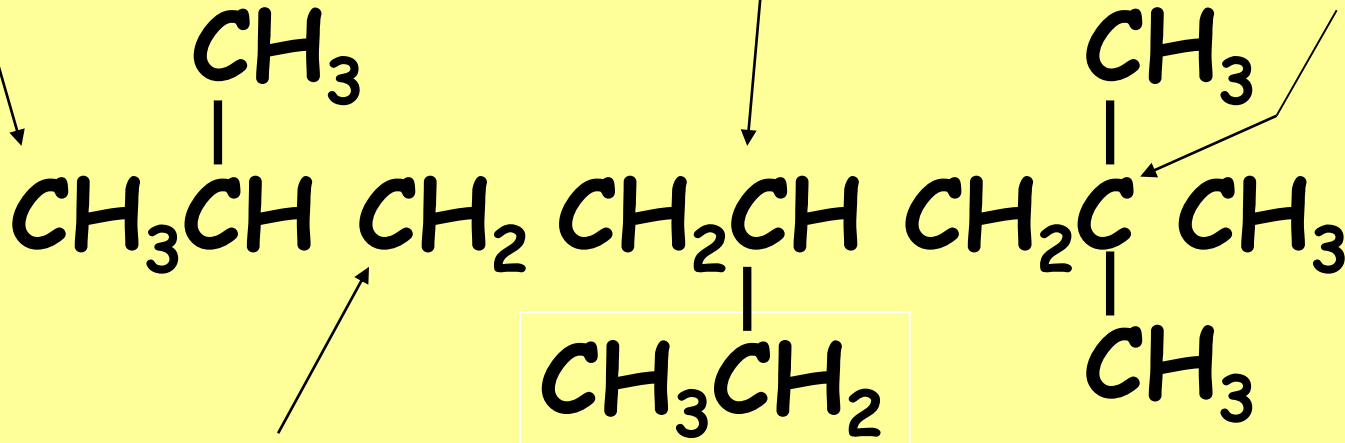
Nei composti organici gli atomi di carbonio sono sempre ibridati e formano sempre quattro legami covalenti.

I composti organici più semplici (*IDROCARBURI*) sono catene di atomi di carbonio legati fra loro da legami semplici, doppi o tripli e con tanti atomi di idrogeno quanti sono necessari per saturare le quattro valenze.

Carbonio primario

Carbonio terziario

Carbonio quaternario



Carbonio secondario



**Idrocarburi alifatici**  
(sia a catena aperta che a catena chiusa)

alcani

alcheni

alchini

**Idrocarburi aromatici**

Benzene e i suoi derivati

Idrocarburi aromatici polinucleari  
(anelli benzenici condensati)

## Idrocarburi saturi

Alcani e cicloalcani: il carbonio ha ibridazione  $sp^3$  con 4 legami  $\delta$

## Idrocarburi insaturi

Alcheni e idrocarburi aromatici: il carbonio è legato a tre atomi e ha ibridazione  $sp^2$  con 3 legami  $\delta$  e 1 legame  $\pi$

Alchini: il carbonio è legato a due atomi ed è ibridato  $sp$  con 2 legami  $\delta$  e 2 legami  $\pi$

# Nomenclatura generale

Il prefisso indica il numero di atomi di carbonio. La desinenza indica la classe

<b>Met</b>	→ un atomo	<b>Es</b>	→ sei atomi	<b>-ano</b> (alcani)
<b>Et</b>	→ due atomi	<b>Ept</b>	→ sette atomi	<b>-ene</b> (alcheni)
<b>Prop</b>	→ tre atomi	<b>Ott</b>	→ otto atomi	<b>-ino</b> (alchino)
<b>But</b>	→ quattro atomi	<b>Non</b>	→ nove atomi	
<b>Pent</b>	→ cinque atomi	<b>Dec</b>	→ dieci atomi	

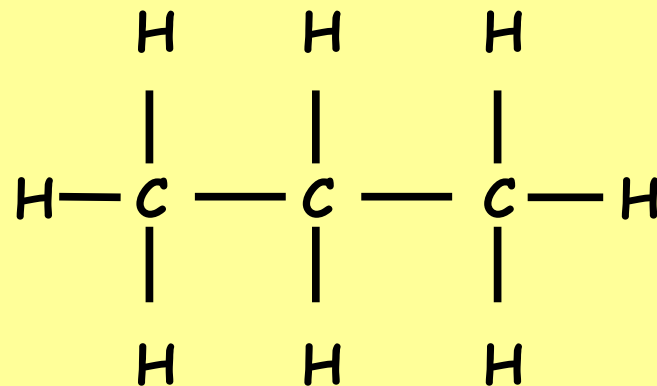
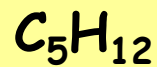
**ALCANI**

- Sono idrocarburi alifatici saturi;
- Hanno formula generale  $C_nH_{2n+2}$  (con  $n= 1,2,3\dots$ )
- Contengono solo legami covalenti  $\delta$
- Sono privi di gruppi funzionali

# Nomi di Alcani a catena lineare, $C_n H_{2n+2}$

1	Metano	$CH_4$
2	Etano	$CH_3CH_3$
3	Propano	$CH_3CH_2CH_3$
4	Butano	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
5	Pentano	$CH_3(CH_2)_3CH_3$
6	Esano	$CH_3(CH_2)_4CH_3$
7	Eptano	$CH_3(CH_2)_5CH_3$
8	Ottano	$CH_3(CH_2)_6CH_3$
9	Nonano	$CH_3(CH_2)_7CH_3$
10	Decano	$CH_3(CH_2)_8CH_3$
11	Undecano	$CH_3(CH_2)_9CH_3$
12	Dodecano	$CH_3(CH_2)_{10}CH_3$
13	Tridecano	$CH_3(CH_2)_{11}CH_3$
14	Tetradecano	$CH_3(CH_2)_{12}CH_3$

Ci sono vari modi di rappresentazione dei composti organici:

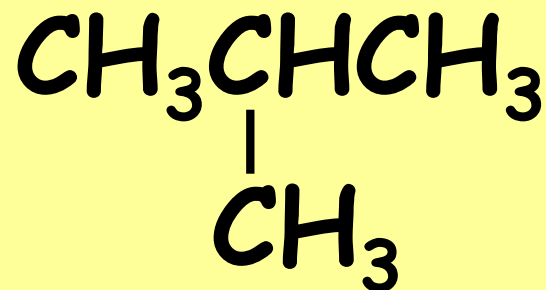
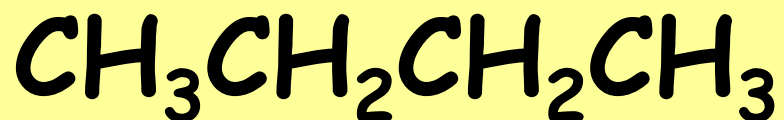
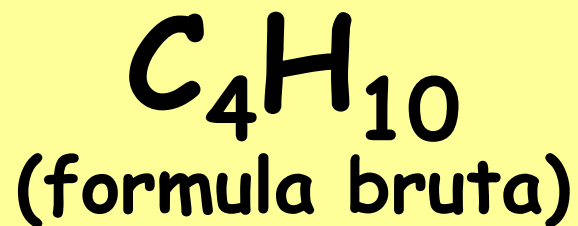


Formula bruta

Formula compatta

Formula di struttura

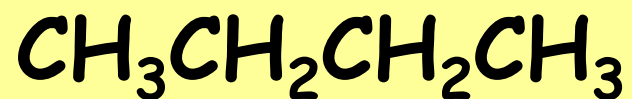
# Alcani a 4 atomi di Carbonio



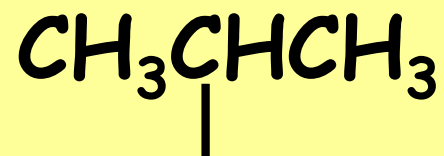


**Si dicono *isomeri* due o più composti aventi la stessa formula bruta , ma diversa formula di struttura o diversa disposizione spaziale degli atomi**

# Isomeri di struttura (o di catena)

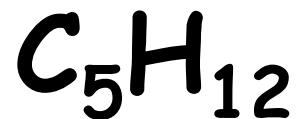


butano

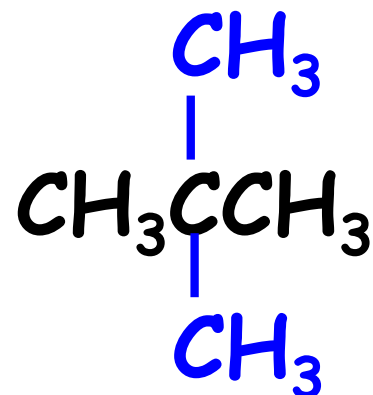


metilpropano

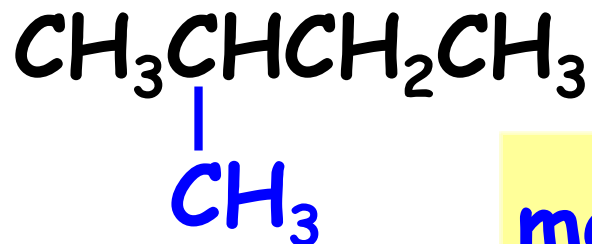
# Alcani a 5 atomi di carbonio



pentano



dimetilpropano

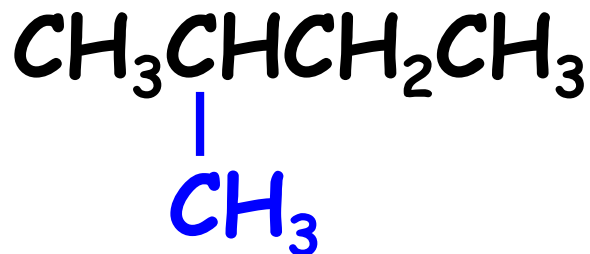


metilbutano

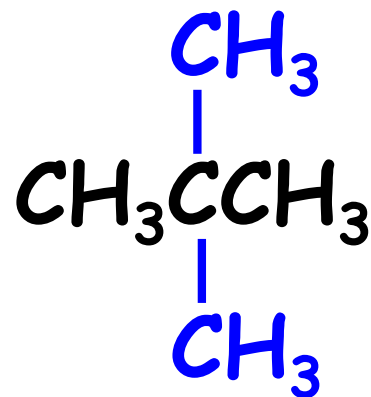
# Regole di nomenclatura IUPAC

(International Union of Pure and Applied Chemistry)

1. Identificare la catena carboniosa più lunga e darle il nome dell'alcano lineare corrispondente
2. Denominare tutti i gruppi legati alla catena più lunga come sostituenti alchilici



metilbutano

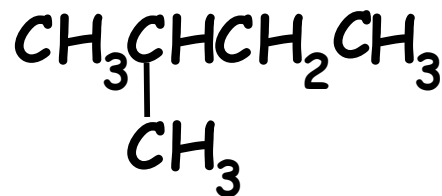


dimetilpropano

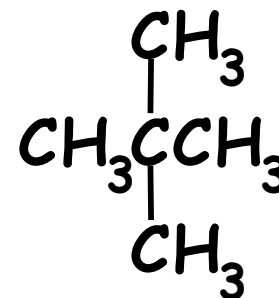
## Alcani a catena ramificata



pentano



metilbutano



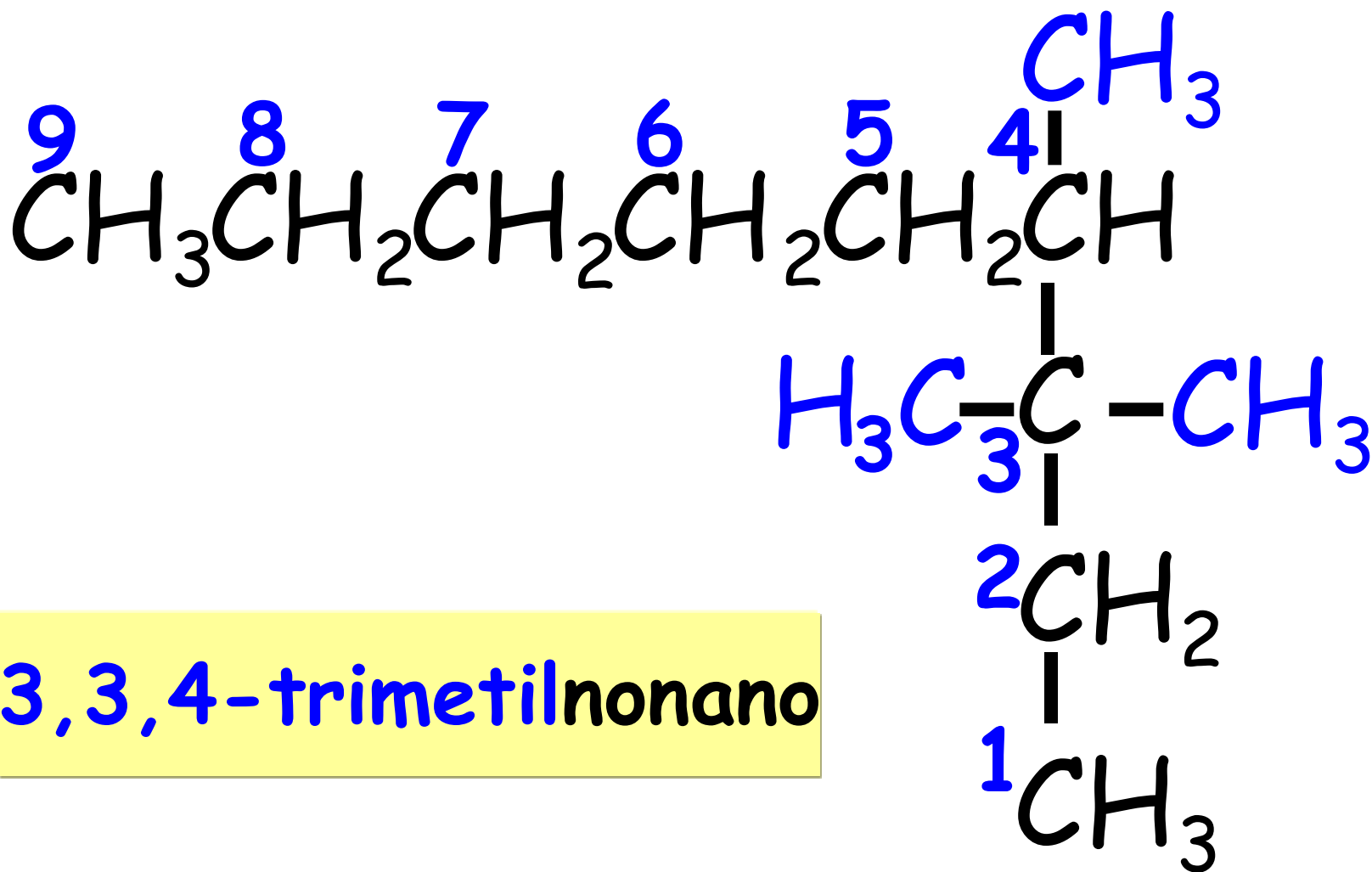
dimetilpropano

# Regole di nomenclatura IUPAC

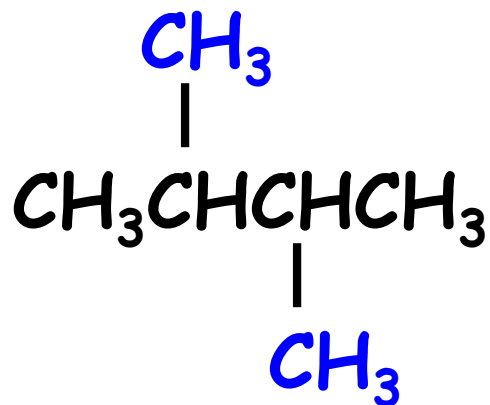
(International Union of Pure and Applied Chemistry)

1. Identificare la catena carboniosa più lunga e darle il nome dell'alcano lineare corrispondente
2. Denominare tutti i gruppi legati alla catena più lunga come sostituenti alchilici
3. Numerare la catena lineare in modo da indicare con i numeri più piccoli i siti di ramificazione
4. Specificare le posizioni della catena lineare a cui i sostituenti alchilici sono legati

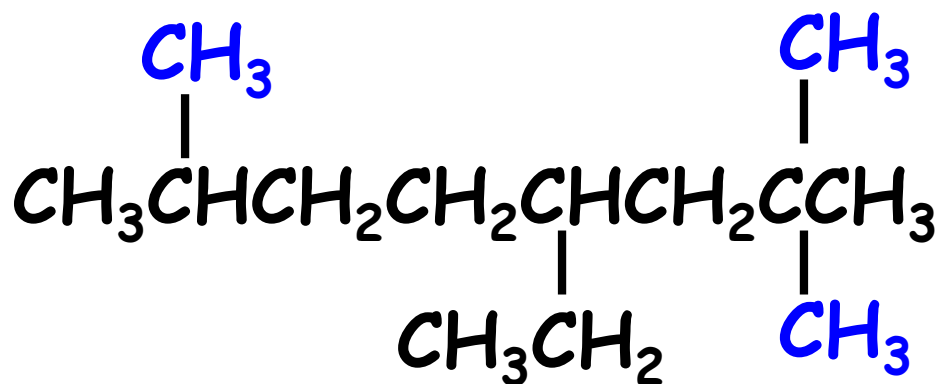
La corretta numerazione dei carboni (segnata in blu) consente di usare i numeri più piccoli per indicare le posizioni dei sostituenti alchilici



Scrivere il nome dell'alcano disponendo prima tutti i sostituenti in ordine alfabetico (ciascuno preceduto dal numero del carbonio al quale è legato) quindi aggiungere il nome della catena principale

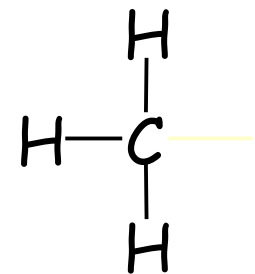


2,3-Dimetilbutano

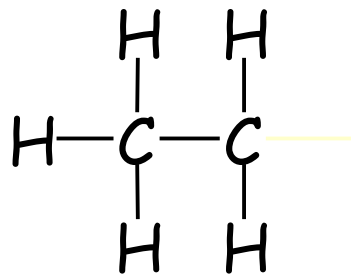


4-Etil-2,2,7-trimetilottano

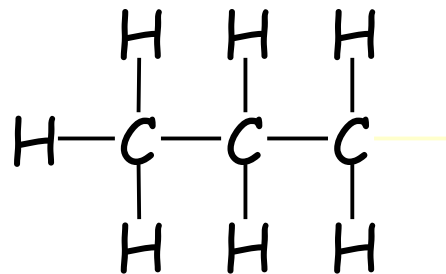




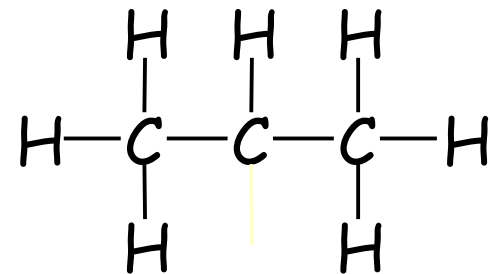
metile



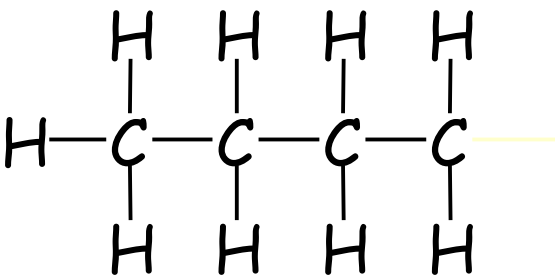
etile



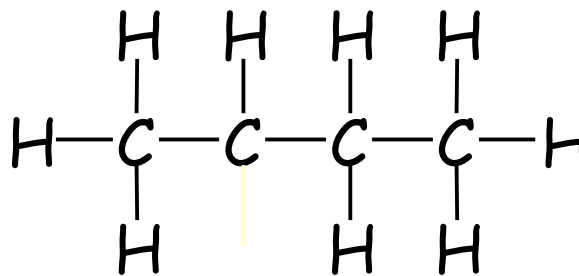
1-propile



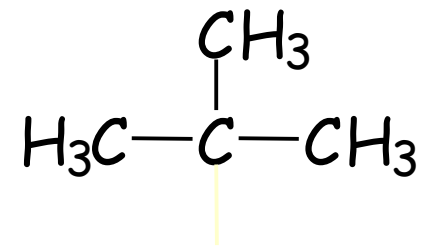
2-propile



butile



1-metilpropile



1,1-dimetiletile

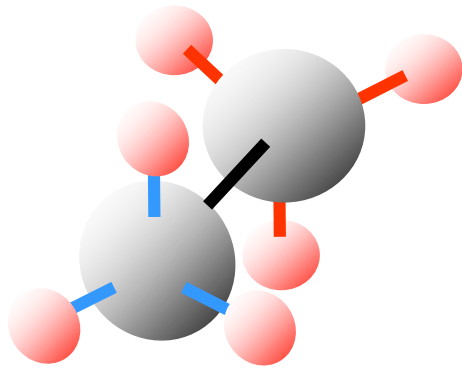
La presenza di legami  $\sigma$  tra gli atomi di carbonio fa sì che fra di essi possa esistere una libera rotazione che porta le molecole ad assumere varie strutture tridimensionali



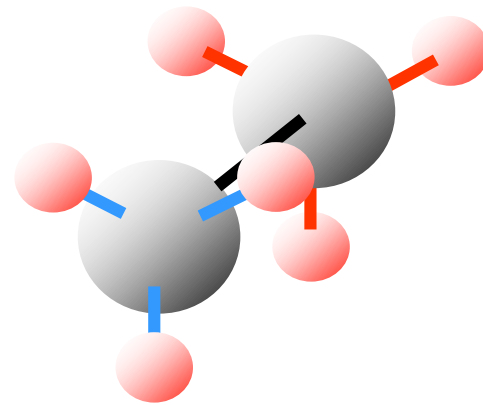
## *Isomeri Conformazionali*

Si differenziano per l'orientamento spaziale relativo dei gruppi di atomi

# Conformazioni dell'etano

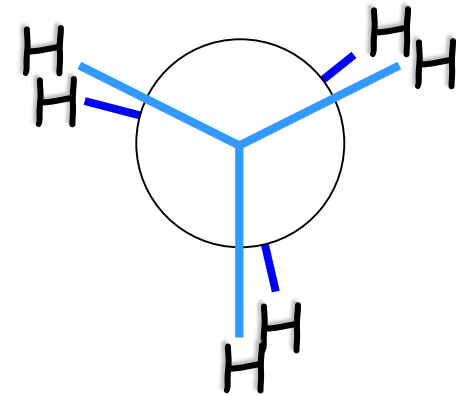
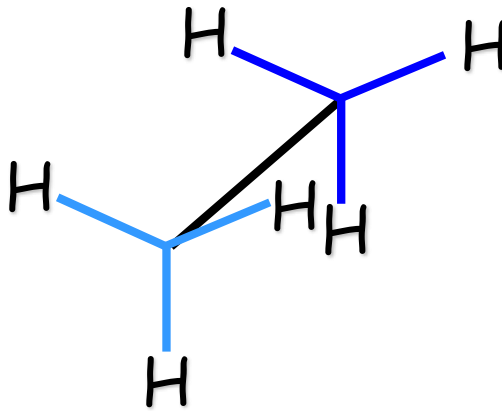
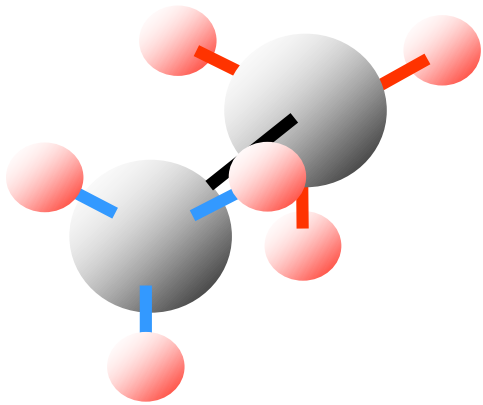


*stellata*

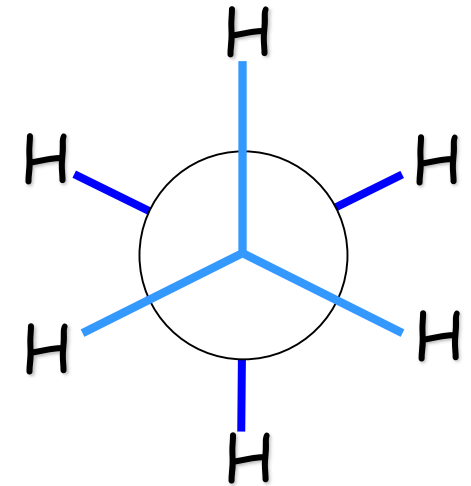
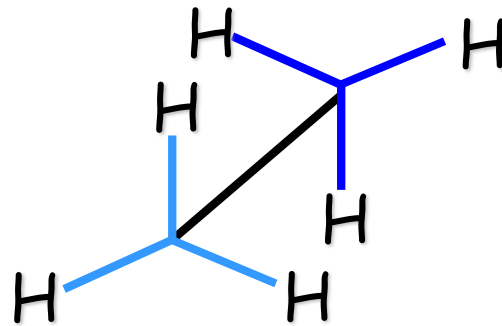
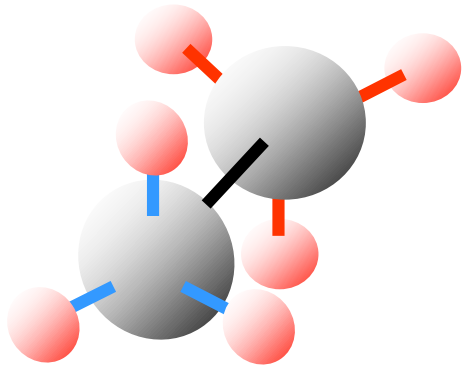


*eclissata*

# Conformazione eclissata



60°



# Conformazione stellata

# Stereoisomería

**Gli stereoisomeri sono composti in cui gli atomi sono legati nello stesso ordine o sequenza, ma sono disposti in modo diverso nello spazio.**

**A differenza degli isomeri conformazionali, gli stereoisomeri non possono essere convertiti l'uno nell'altro senza rottura di legami chimici**

**Si distinguono due principali tipi di stereoisomeria:**

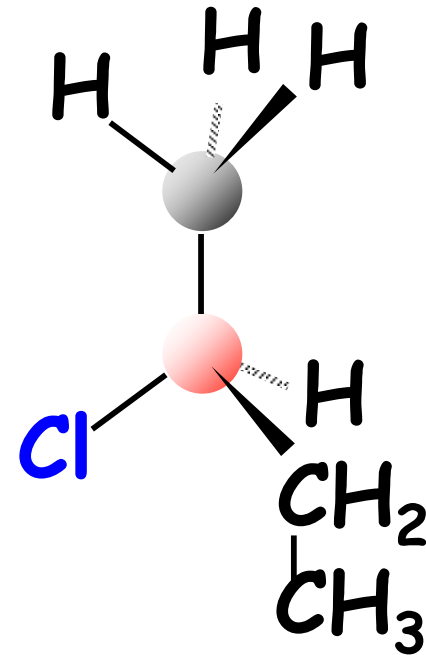
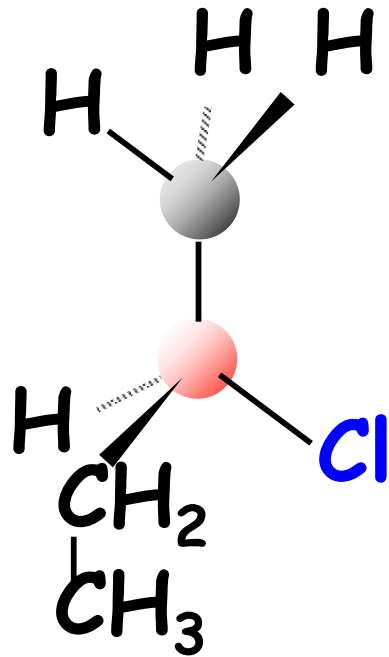
- Isomeria ottica (o enantiomeria)**
- Diastereoisomeria**

# *Enantiomeria*

Si dicono enantiomeri (o antipodi ottici) gli stereoisomeri che sono l'uno immagine speculare dell'altro, ma non sovrapponibili.

L'esistenza degli enantiomeri è legata alla presenza nella molecola di almeno un atomo di carbonio asimmetrico

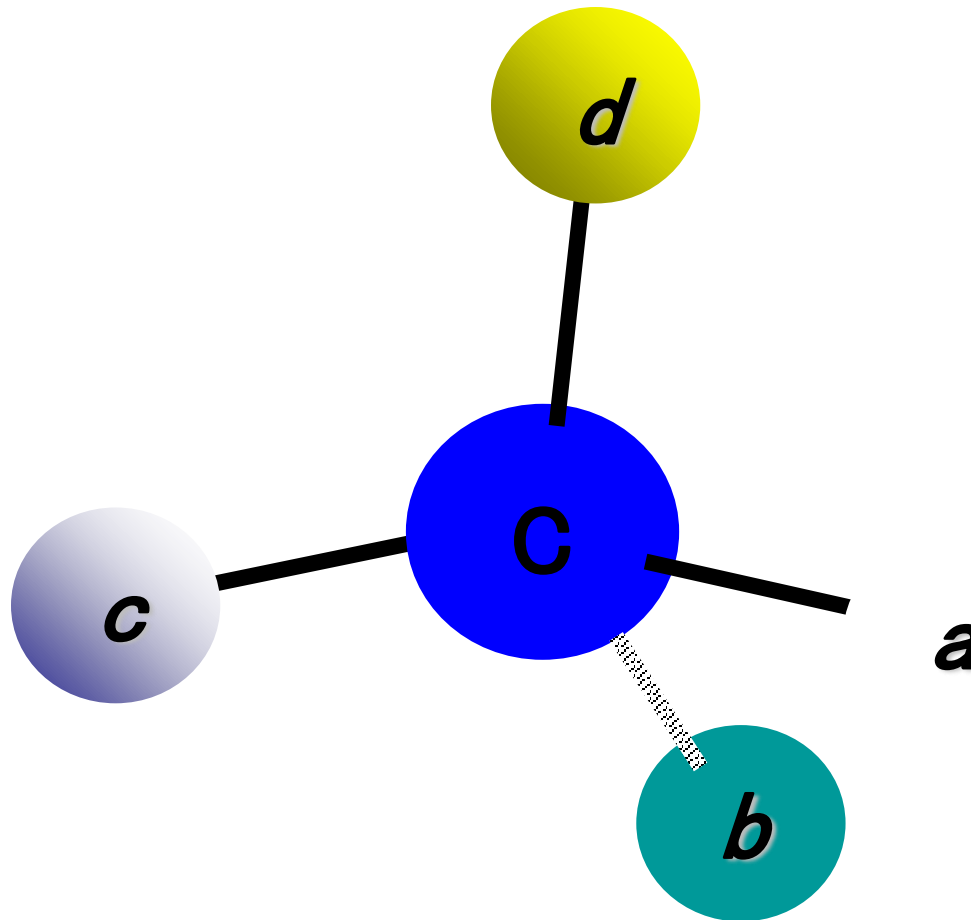
specchio



Enantiomeri o antipodi ottici

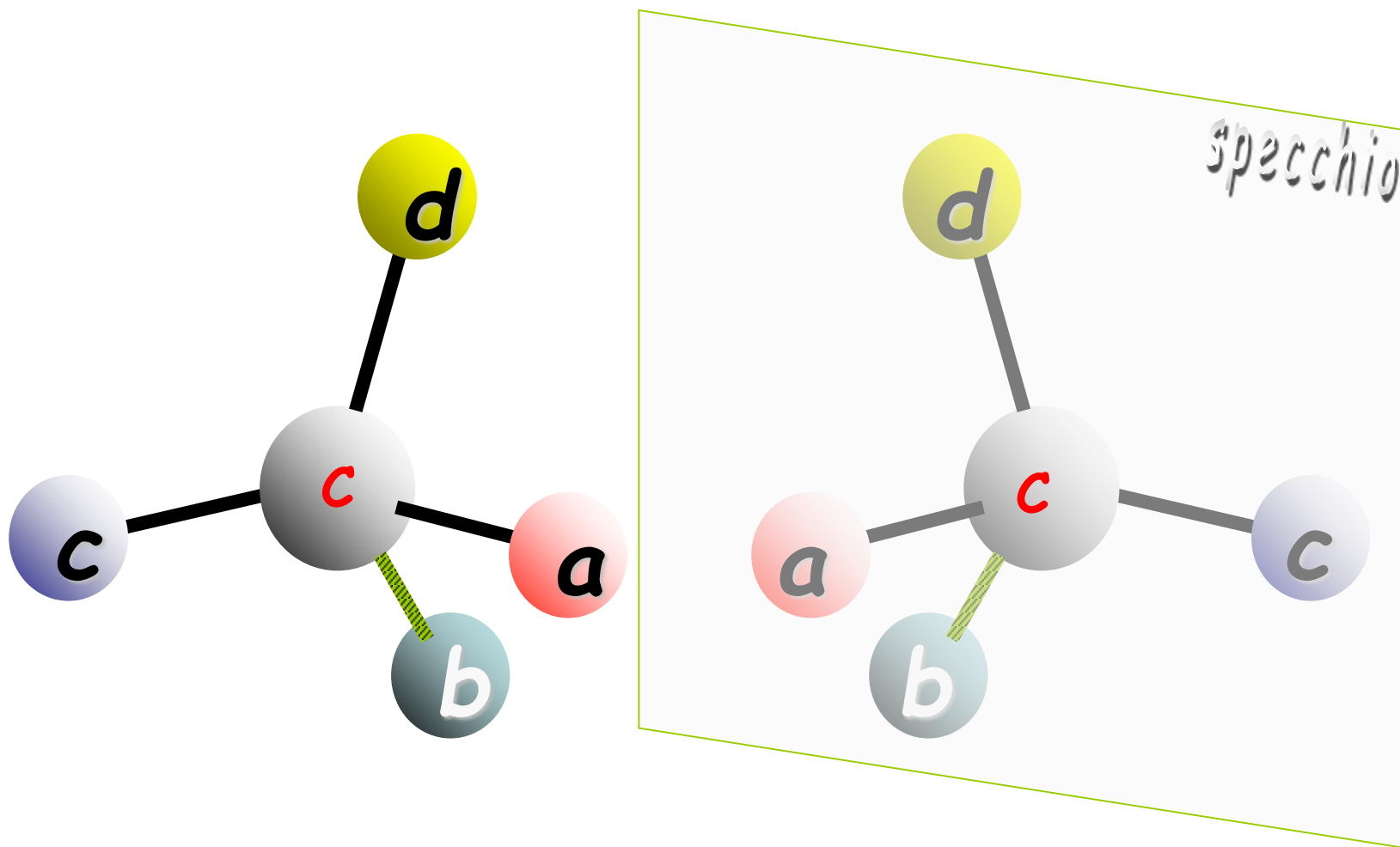


# Carbonio asimmetrico



L'atomo di **Carbonio** centrale è ibridato  $sp^3$  ed è legato a quattro sostituenti diversi

Esiste un'altra molecola nella quale gli stessi atomi sono legati all'atomo centrale in maniera speculare. Le due molecole, l'una immagine speculare dell'altra, sono definite **enantiomeri**.



**Gli enantiomeri sono  
stereoisomeri configurazionali**

**Il carbonio asimmetrico è definito  
anche carbonio **chirale**.**

**Una molecola che presenta un  
atomo di carbonio asimmetrico si  
definisce chirale.**

**Le molecole chirali sono dotate di *attività ottica*, sono cioè in grado di ruotare il piano della luce polarizzata.**

**L'attività ottica delle molecole si determina con il polarimetro**

L'enantiomero che ruota verso destra il piano della luce polarizzata è detto *destrogiro* e si indica con il segno (+) davanti al nome del composto; quello, invece, che lo fa ruotare verso sinistra si chiama *levogiro* e si indica con il segno (-).

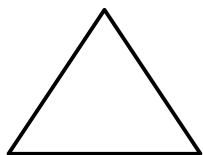
**RACEMO:** miscela equimolecolare dei due enantiomeri ed è otticamente inattiva

# *Diastereoisomeria*

**Diastereoisomeri: stereoisomeri che NON sono  
l'uno immagine speculare dell'altro**

***CICLOALCANI***

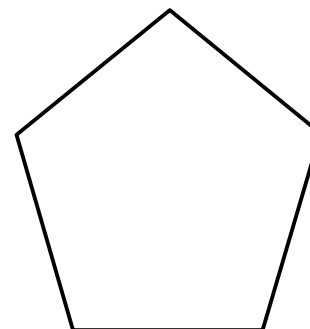




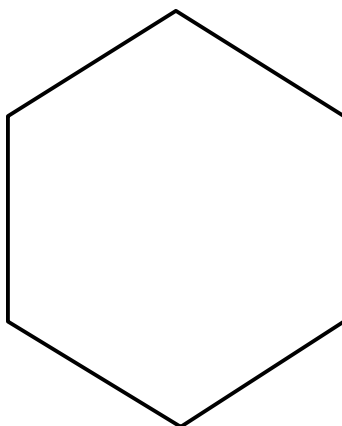
**ciclopropano**



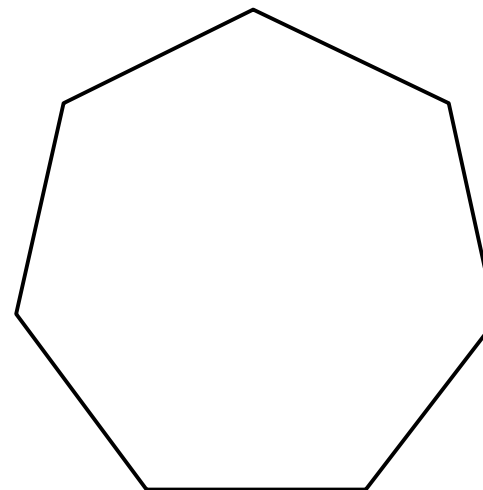
**ciclobutano**



**ciclopentano**

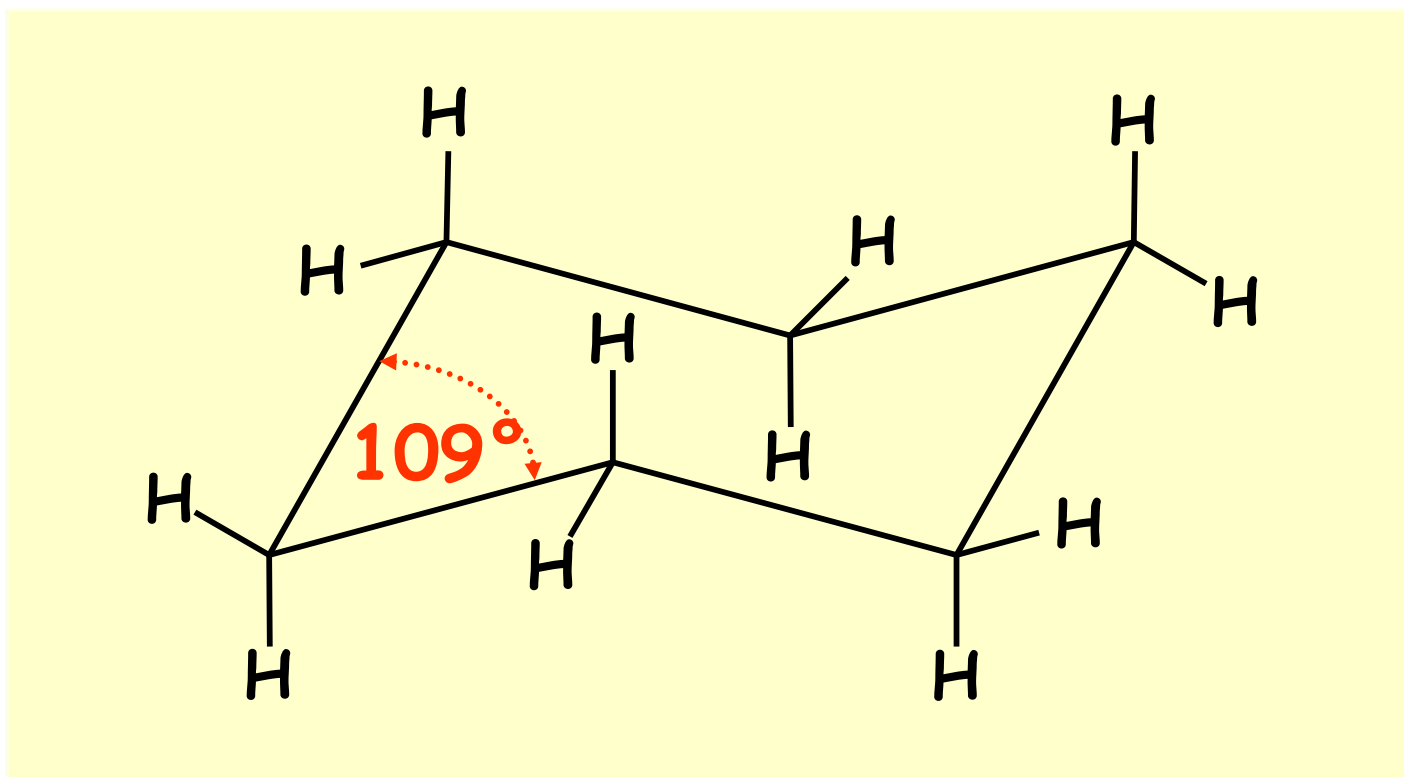


**cicloesano**



**cicloeptano**

I carboni del cicloesano hanno gli orbitali di valenza ibridati  $sp^3$ .  
Ciascuno degli angoli di legame è  $109^\circ 5'$ , invece che  $120^\circ$



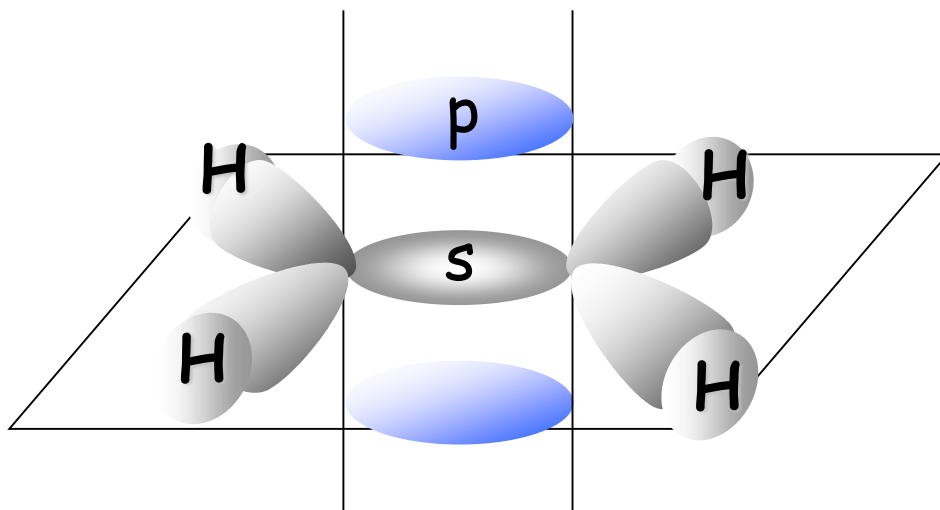
*ALCHENI*

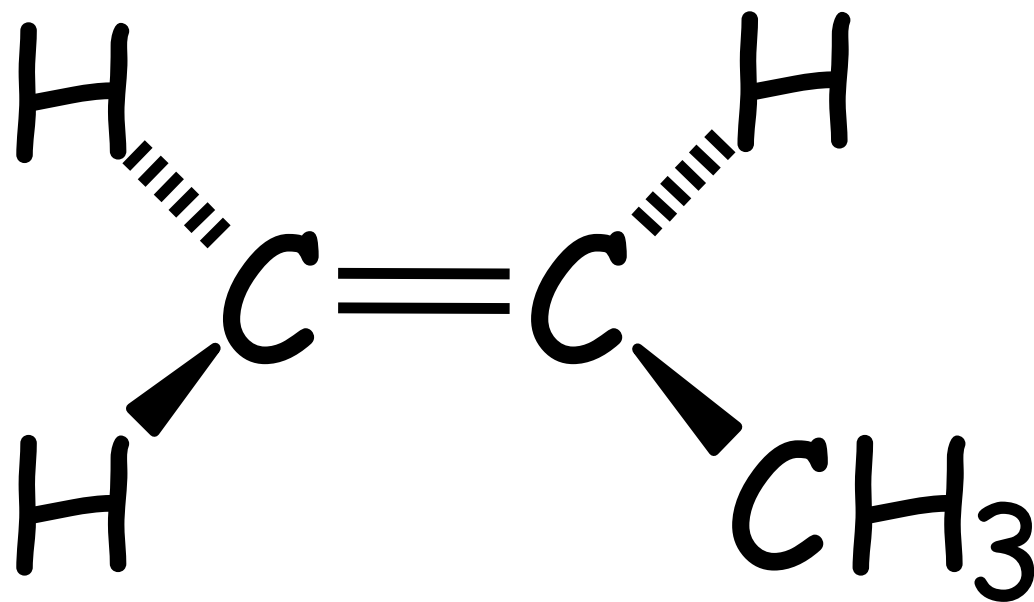
- Sono idrocarburi alifatici insaturi
- Hanno formula generale  $C_nH_{2n}$  (con  $n \geq 2$ )
- La desinenza caratteristica della classe è - ene
- Contengono 1 o più doppi legami  $C = C$

L'alchene più semplice è l'etene ( $C = C$ ), chiamato comunemente anche etilene

$C_2H_4$  (etene)

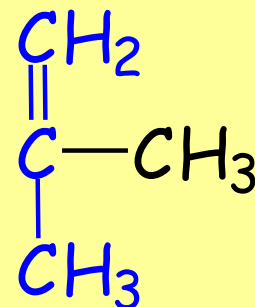
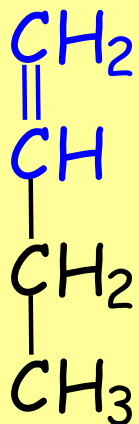
$sp^2$





propene

# Isomeria di posizione e di catena negli alcheni



1-butene

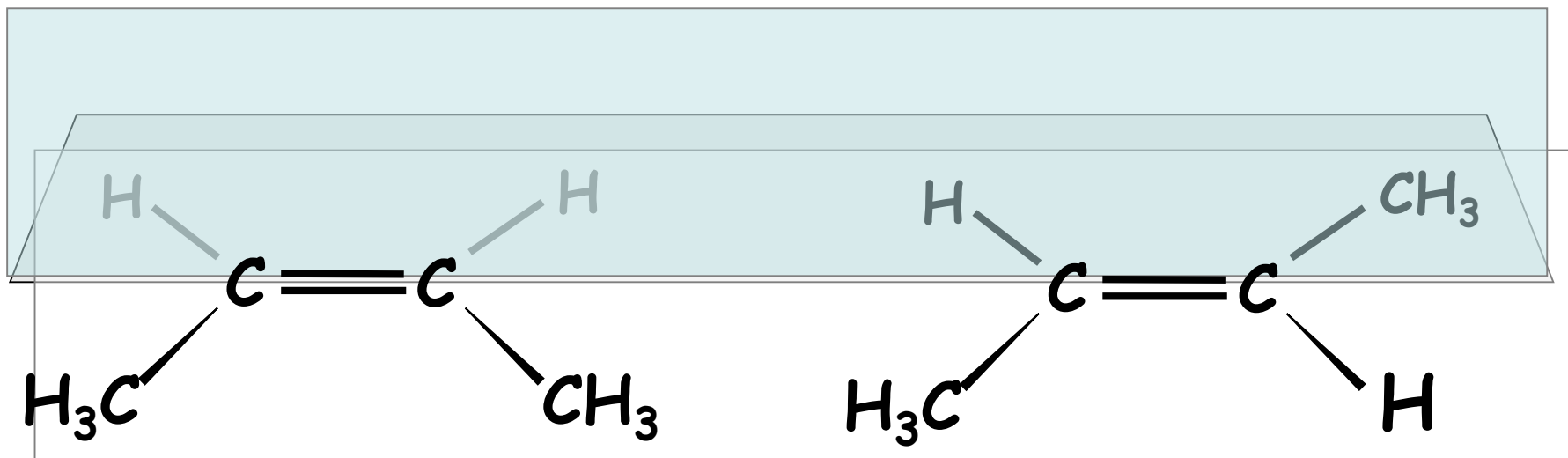
2-butene

metilpropene

# *Stereoisomeria Configurazionale*



# Stereoisomeria configurazionale cis-trans



*cis*-2-butene

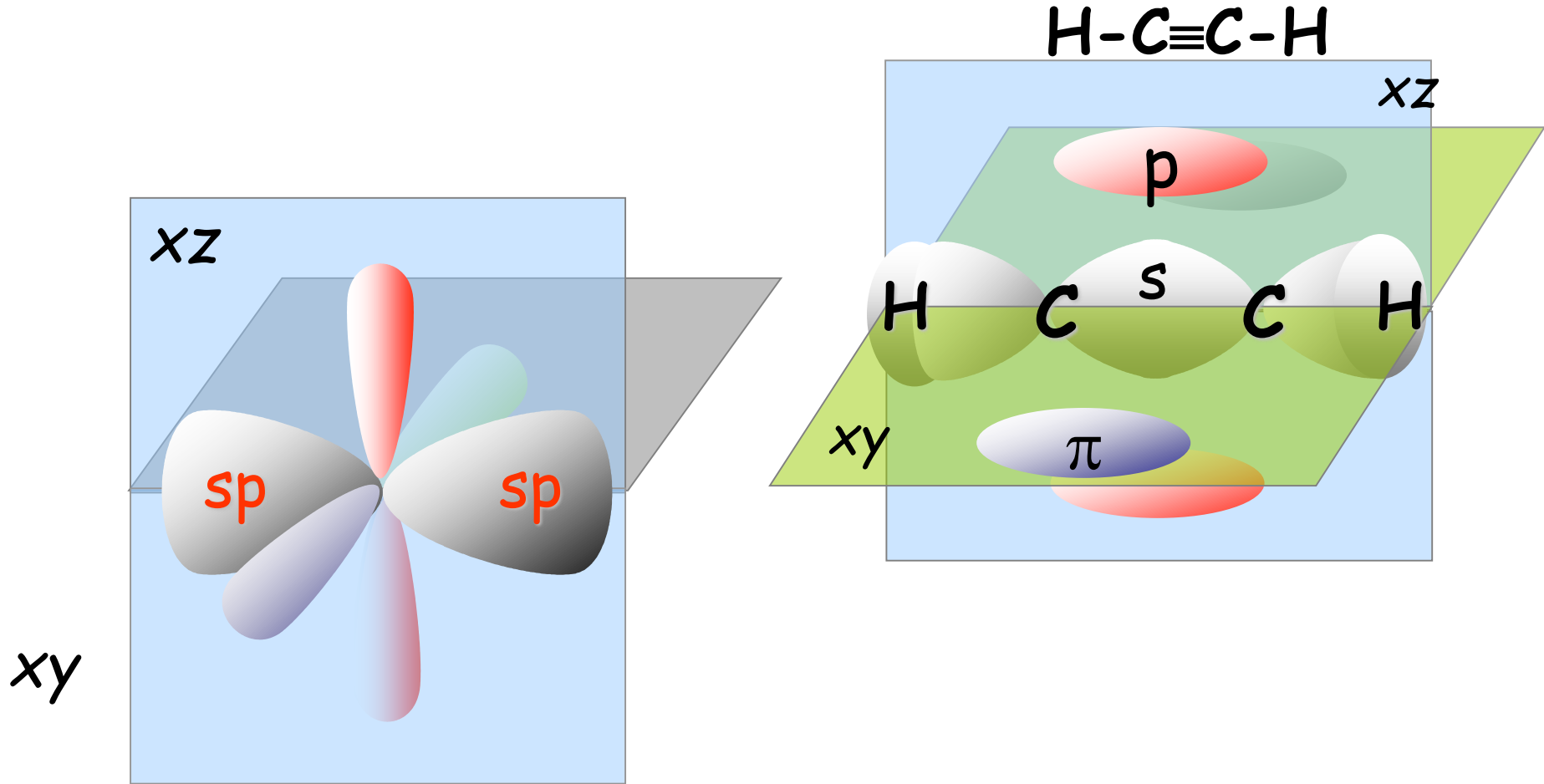
*trans*-2-butene

Isomeri geometrici

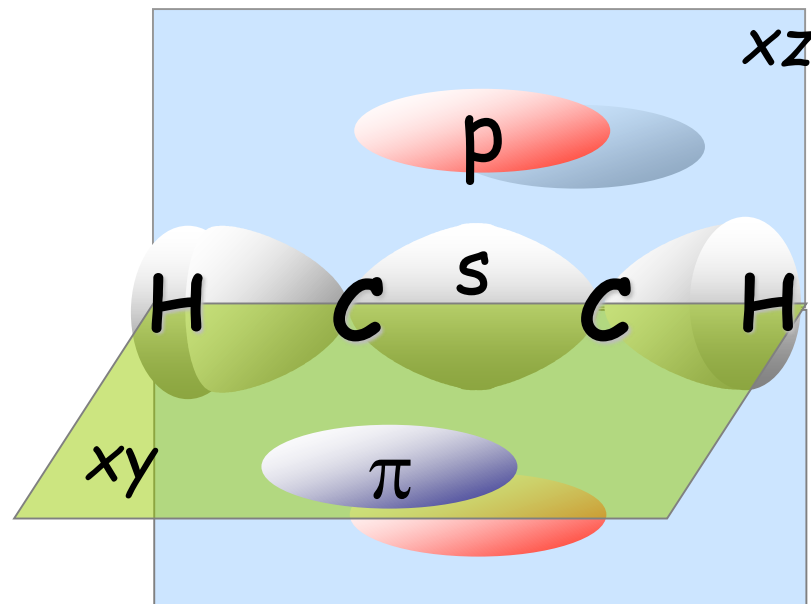
*ALCHINI*

- Sono idrocarburi alifatici insaturi;
- Hanno formula generale  $C_nH_{2n-2}$  (con  $n \geq 2$ );
- Contengono uno o più tripli legami  $C \equiv C$  ( formati da un legame  $\sigma$  e da due legami  $\pi$ )

L'idrocarburo più semplice è l'etino ( $HC \equiv CH$ ), comunemente chiamato anche acetilene.



Ibridazione  $Sp$

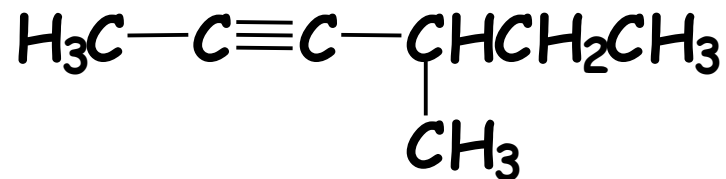
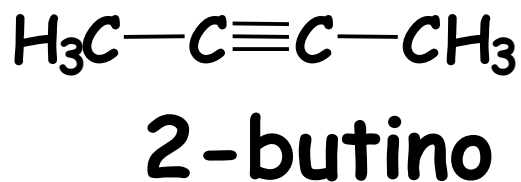
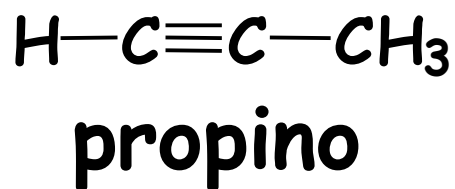
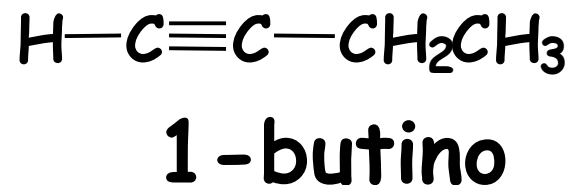
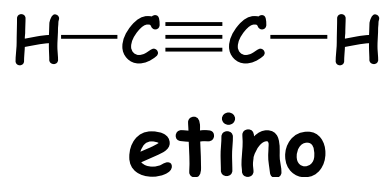


I due atomi di carbonio impegnati in un legame covalente triplo  $\text{C}\equiv\text{C}$  sono ibridati  $sp$  e possiedono perciò due orbitali ibridi equivalenti  $sp$  e due orbitali  $p$  puri.

Nell'etino ciascun atomo di carbonio utilizza uno dei due orbitali ibridi  $sp$  e i due orbitali  $p$  puri per legarsi all'altro mediante un legame  $\sigma$  e due legami  $\pi$ ; gli orbitali ibridi  $sp$  rimanenti (uno per ciascun atomo) si sovrappongono a due orbitali  $s$  di due atomi di idrogeno originando altrettanti legami  $\sigma$   $\text{C}-\text{H}$

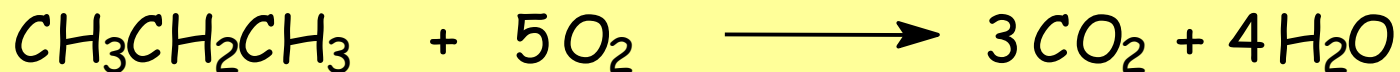
# NOMENCLATURA

(Isomeria di posizione)



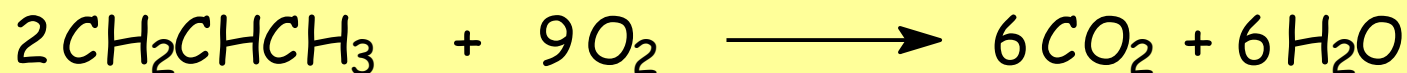
4-metil -2- esino

# Combustione degli alcani (ossidazione)

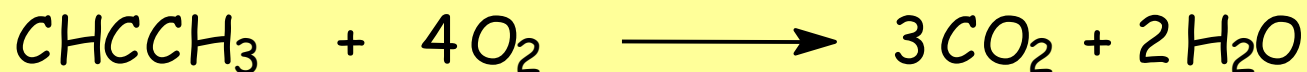


**Propano**

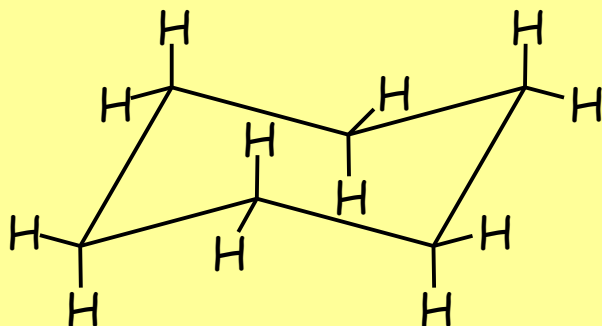
(combustibile) (comburente)



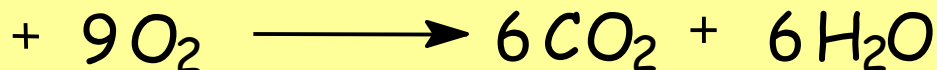
**propene**



**propino**



**cicloesano**



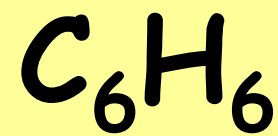
# Interconversione tra idrocarburi alifatici





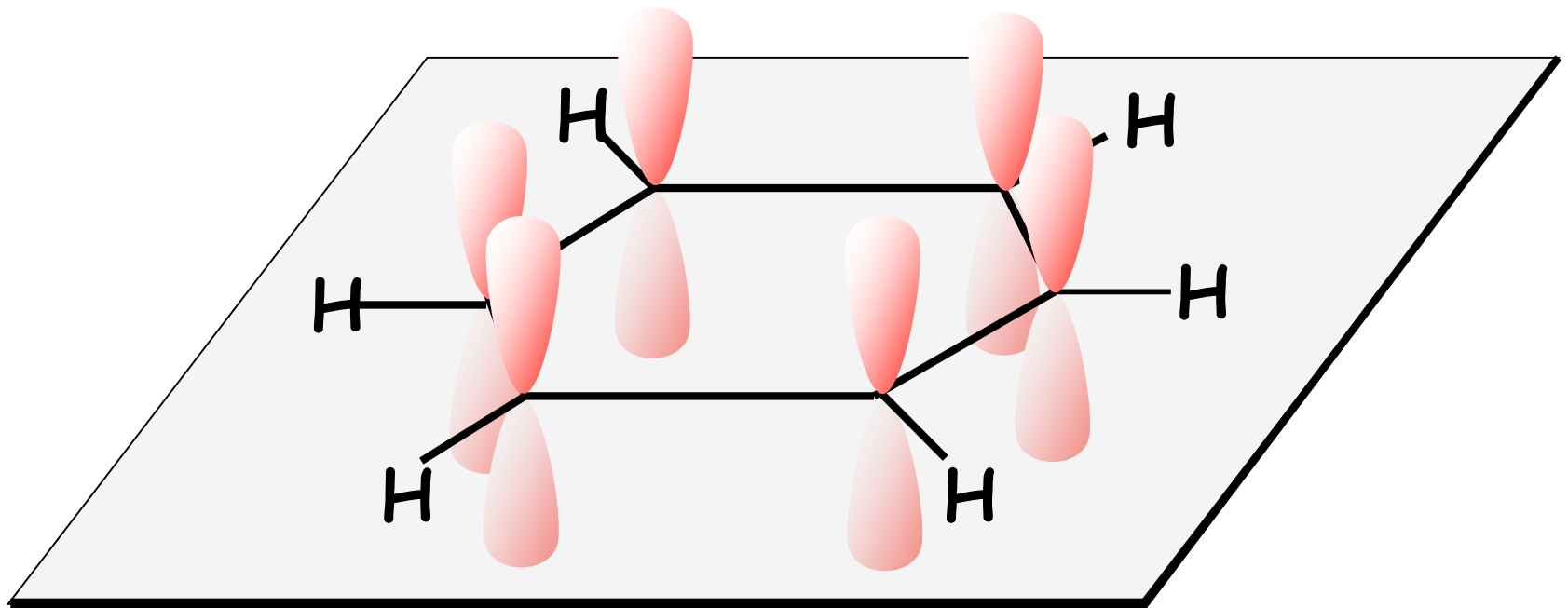
# Idrocarburi aromatici

**Benzene**

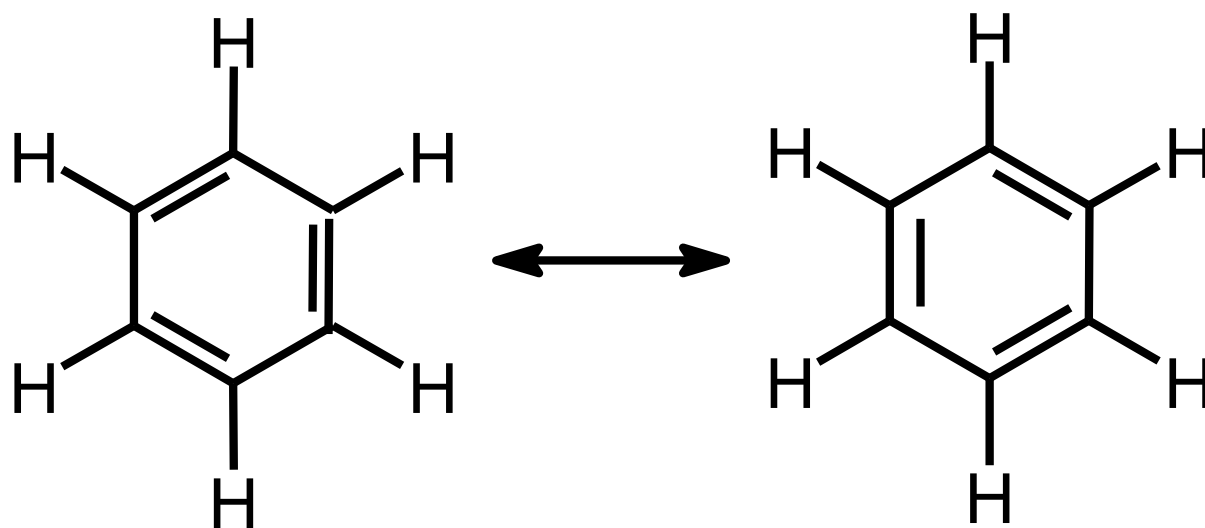


Nel benzene tutti gli atomi di carbonio hanno ibridazione  $sp^2$  degli orbitali di valenza. Due orbitali ibridi  $sp^2$  di ciascun carbonio formano legami  $\sigma$  con i 2 carboni adiacenti; il terzo legame avviene con un atomo di idrogeno.

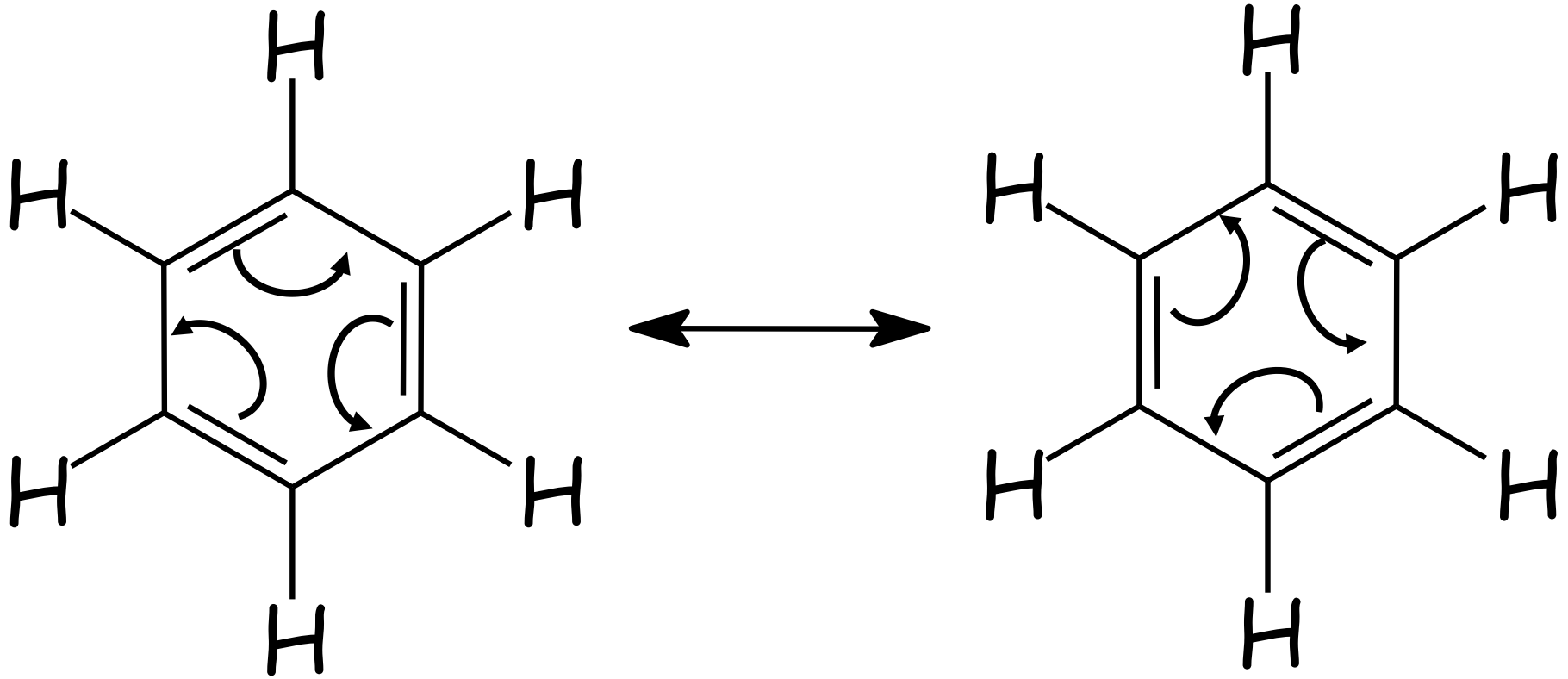
I sei orbitali  $p_z$  non ibridati sono perpendicolari al piano individuato dai carboni ibridati  $sp^2$ .



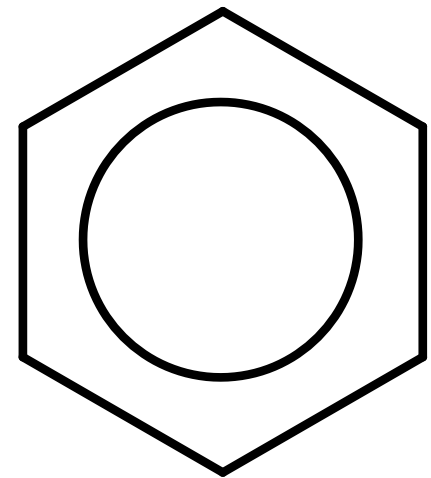
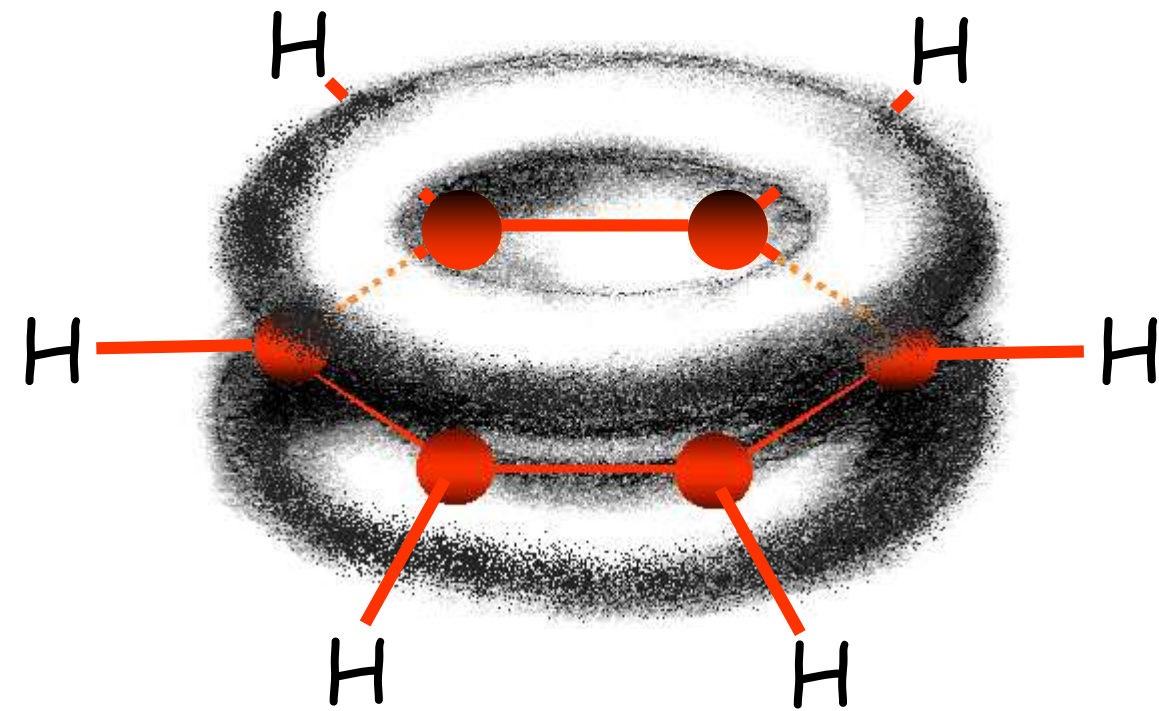
# Forme limite di Kekulé



Il benzene risuona fra le due forme limite.  
Il passaggio dall'una forma all'altra si verifica per semplice spostamento di cariche elettriche.

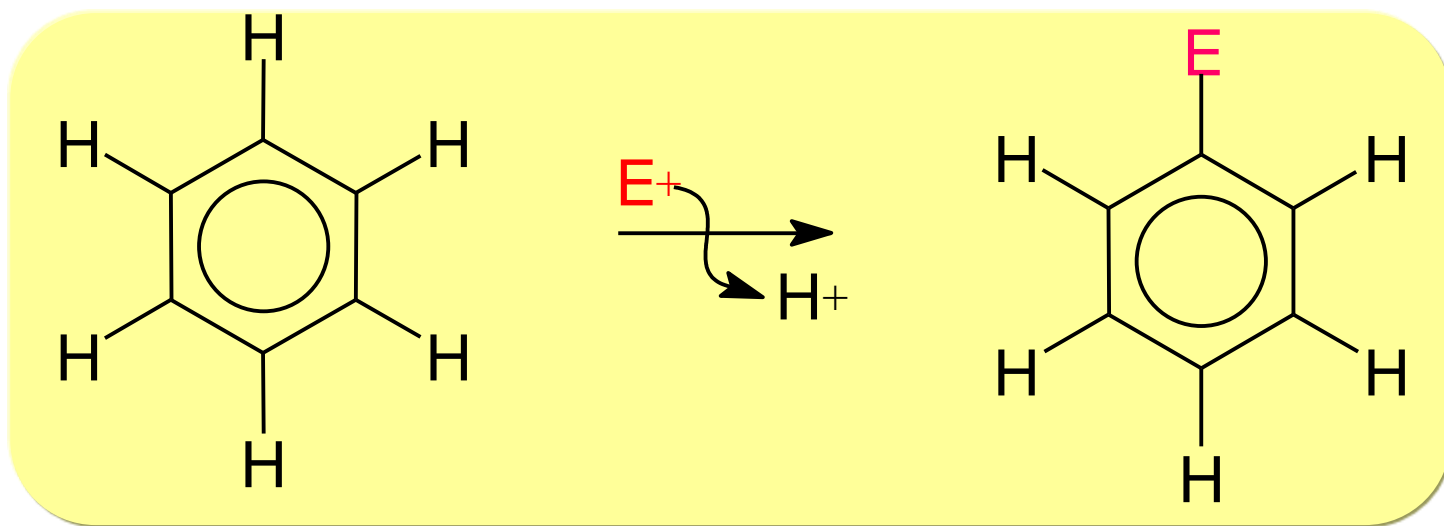


La completa delocalizzazione dei sei elettroni in un unico orbitale contenente sei elettroni  $\pi$  è rappresentata graficamente con un anello interno all'esagono nei cui vertici sono collocati i sei atomi di carbonio.

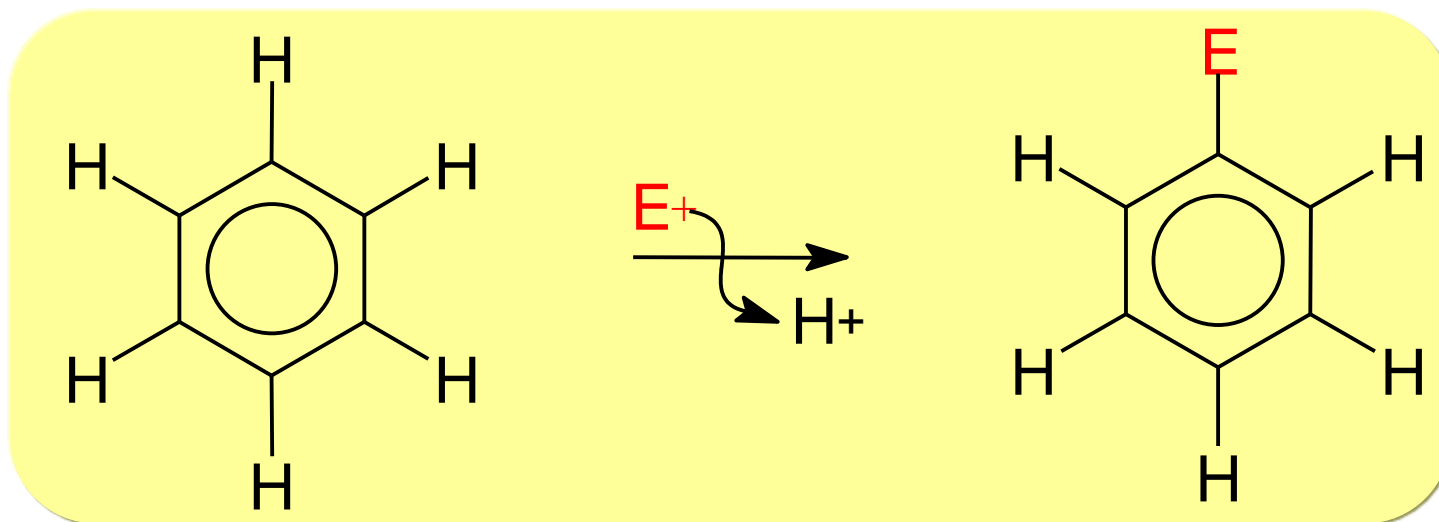


**Sostituzione elettrofila**

# *Meccanismo generale*

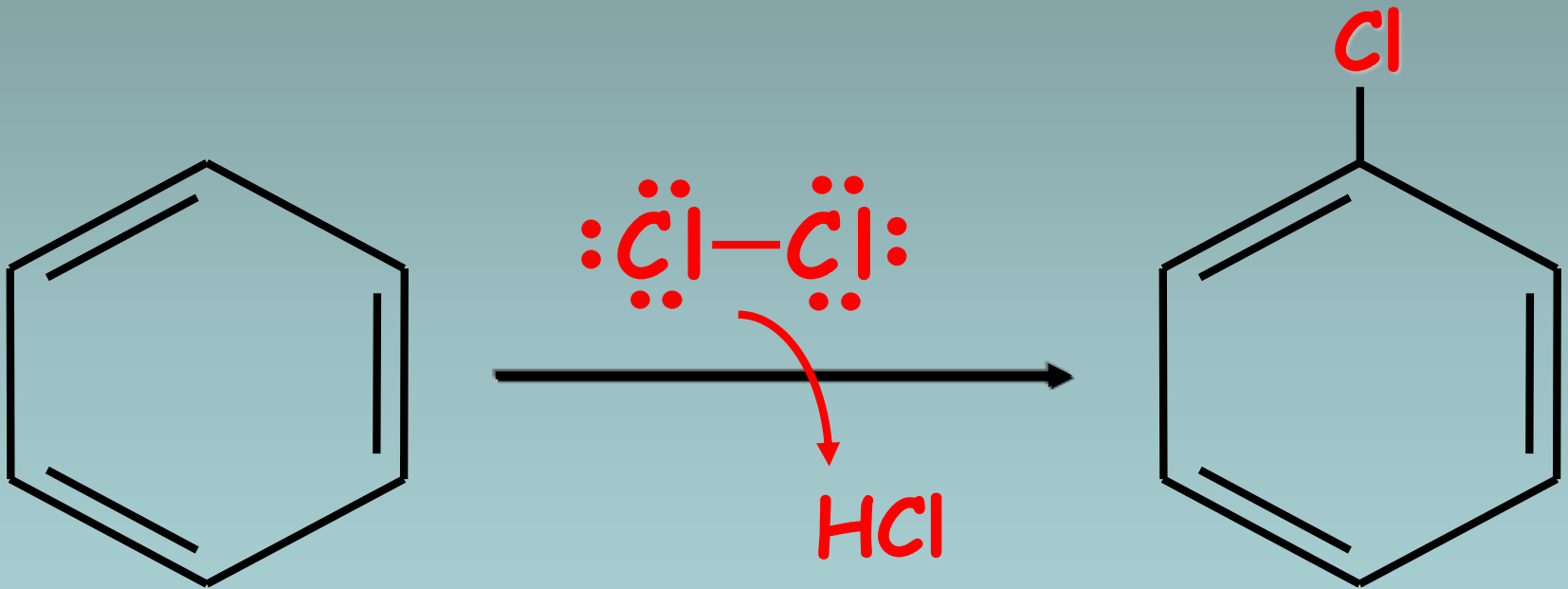






L'elettrofilo  $H^+$  è sostituito  
dall'elettrofilo  $E^+$

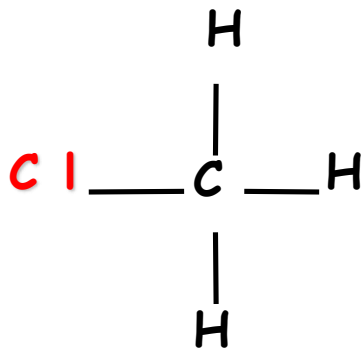
# Clorurazione del benzene



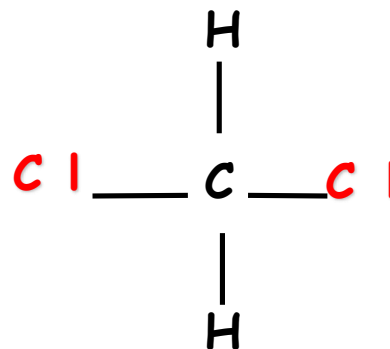
*Derivati  
degli  
idrocarburi*

***Alogeno-derivati***

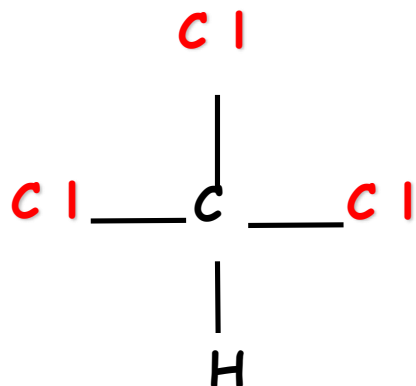
# Nomenclatura



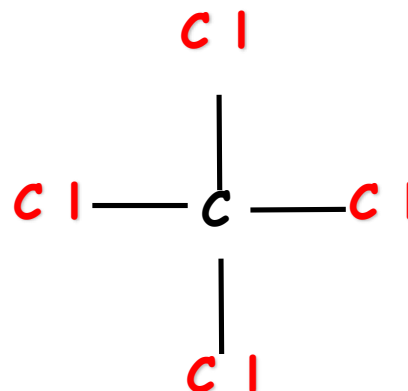
**Clorometano**  
(cloruro di metile)



**Diclorometano**



**Triclorometano**  
(cloroformio)



**Tetraclorometano**  
(tetracloruro di carbonio)

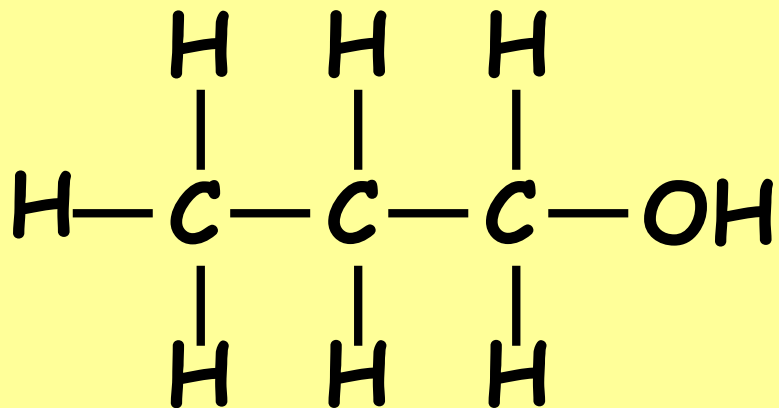
***Alcoli, Fenoli, Tioli***

- Hanno formula generale  $R - OH$
- Il gruppo funzionale è il gruppo ossidrilico  $-OH$
- La desinenza caratteristica della classe è  $-olo$
- In base al tipo di atomo di  $C$  a cui è legato il gruppo  $-OH$ , gli alcoli si suddividono in:

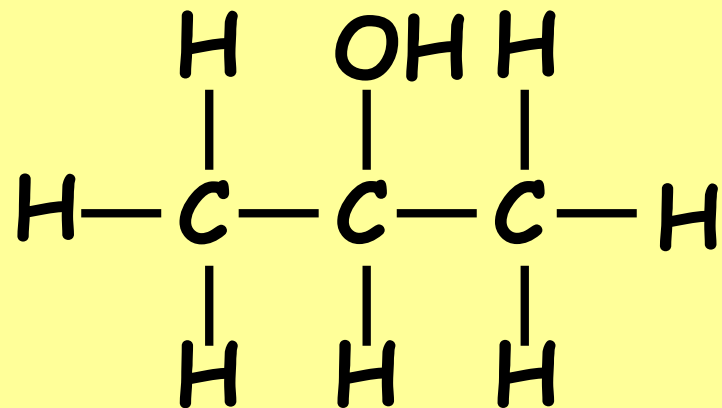
primari: il gruppo  $-OH$  legato a un atomo di carbonio primario;

secondari: il gruppo  $-OH$  legato a un atomo di carbonio secondario;

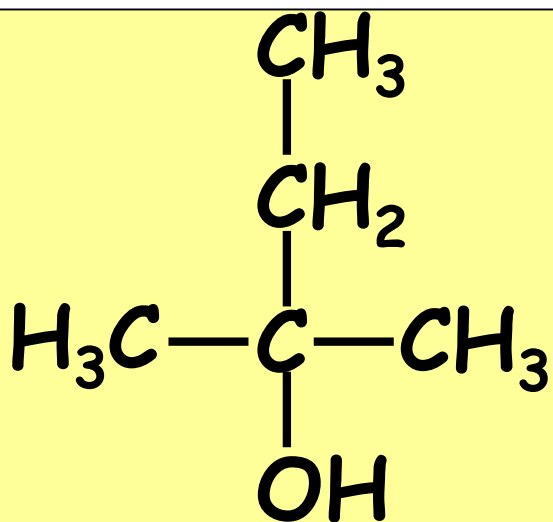
terziario: il gruppo  $-OH$  legato a un atomo di carbonio terziario;



alcole primario

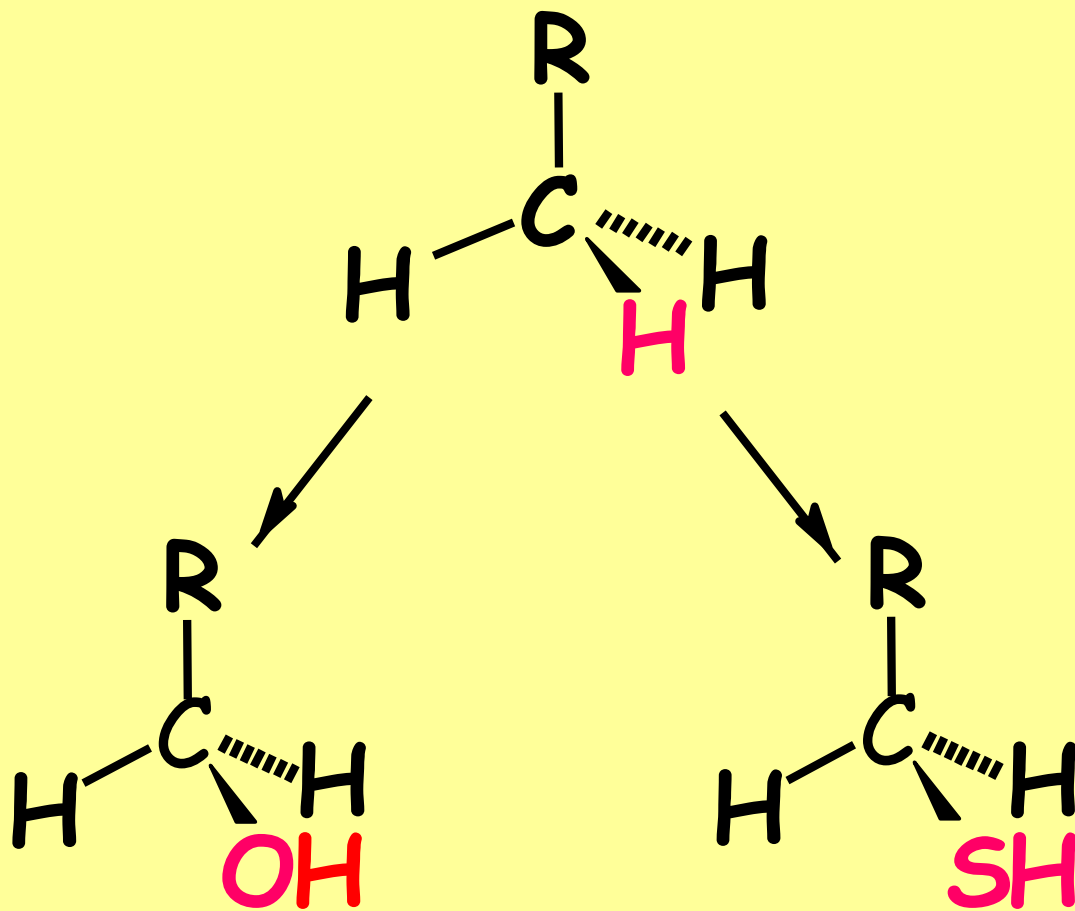


alcole secondario



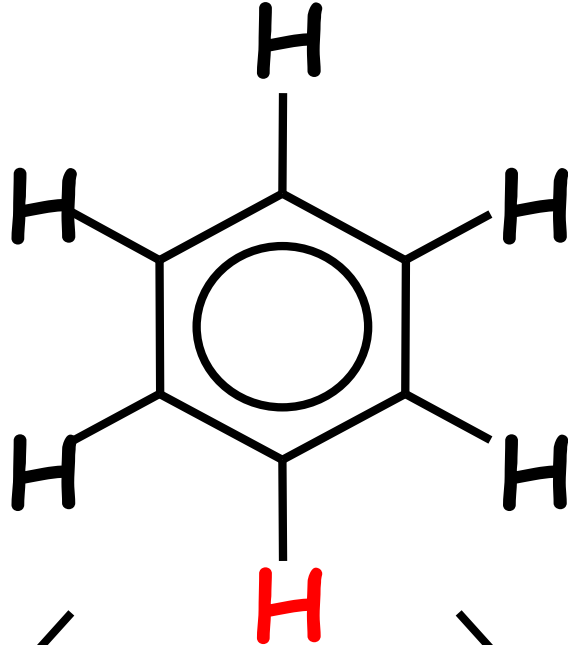
alcole terziario



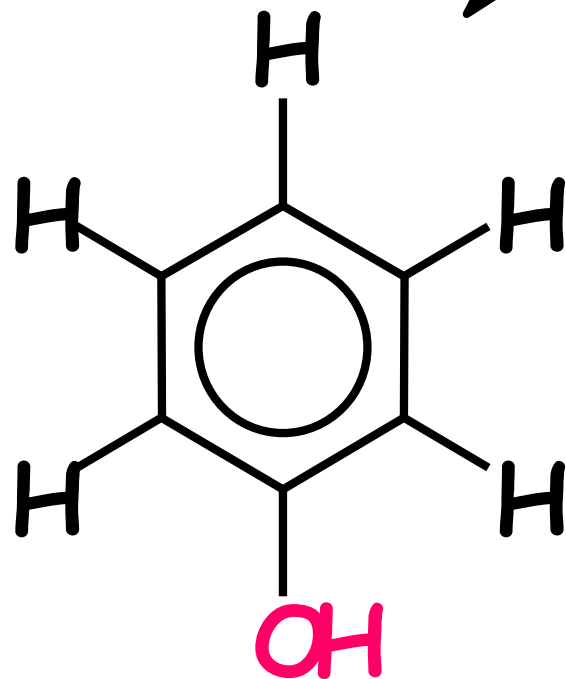


alcole

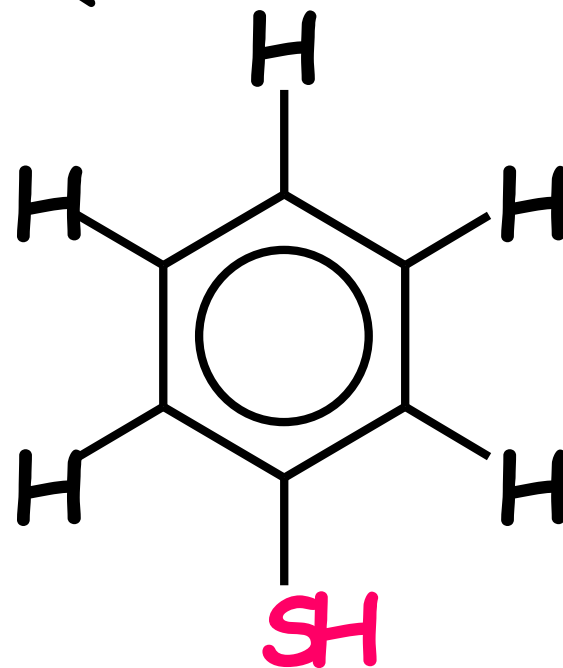
tiolo

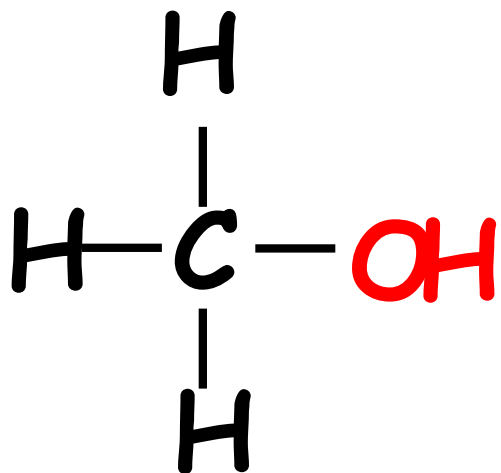


fenolo

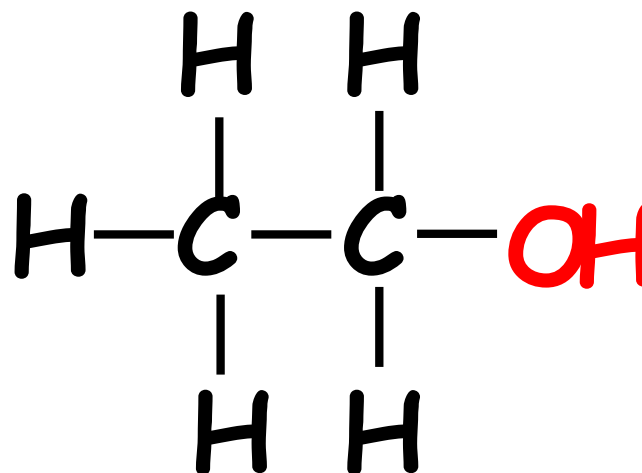


tiofenolo





**metanolo**  
*alcole metilico*

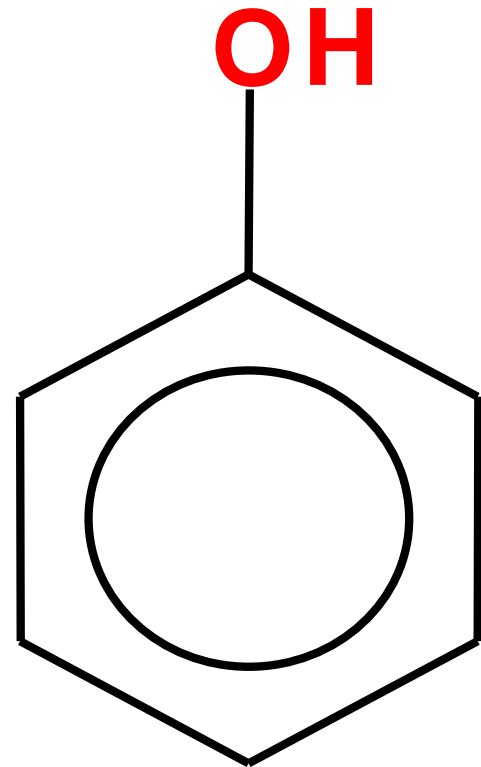


**etanolo**  
*alcole etilico*

# FENOLI

Il nome convenzionale dei fenoli si costruisce aggiungendo la desinenza **olo** al nome dell'idrocarburo.

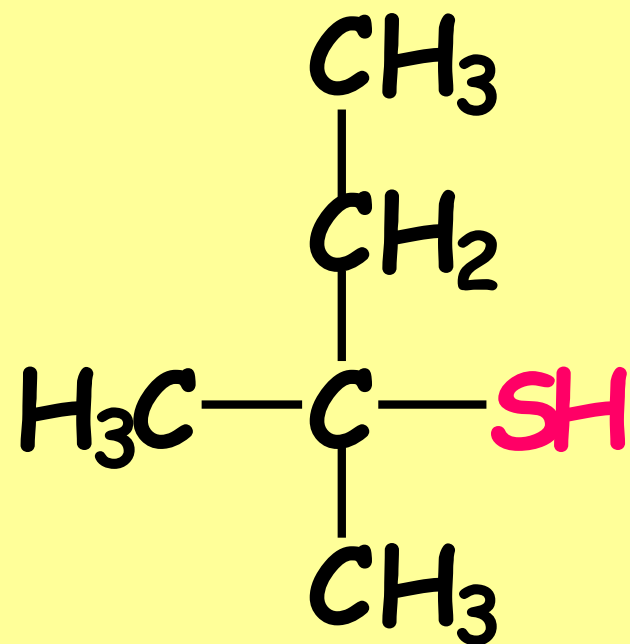
I nomi tradizionali sono ancora in uso.



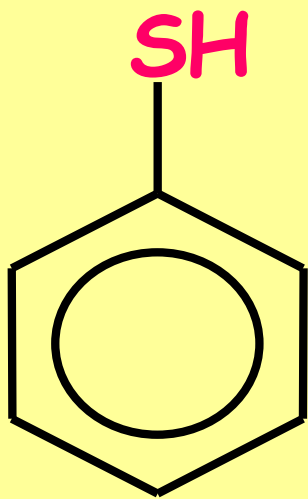
**benzenolo**  
*fenolo*

**tioli e tiofenoli**

$\text{CH}_3\text{SH}$   
metantiolo

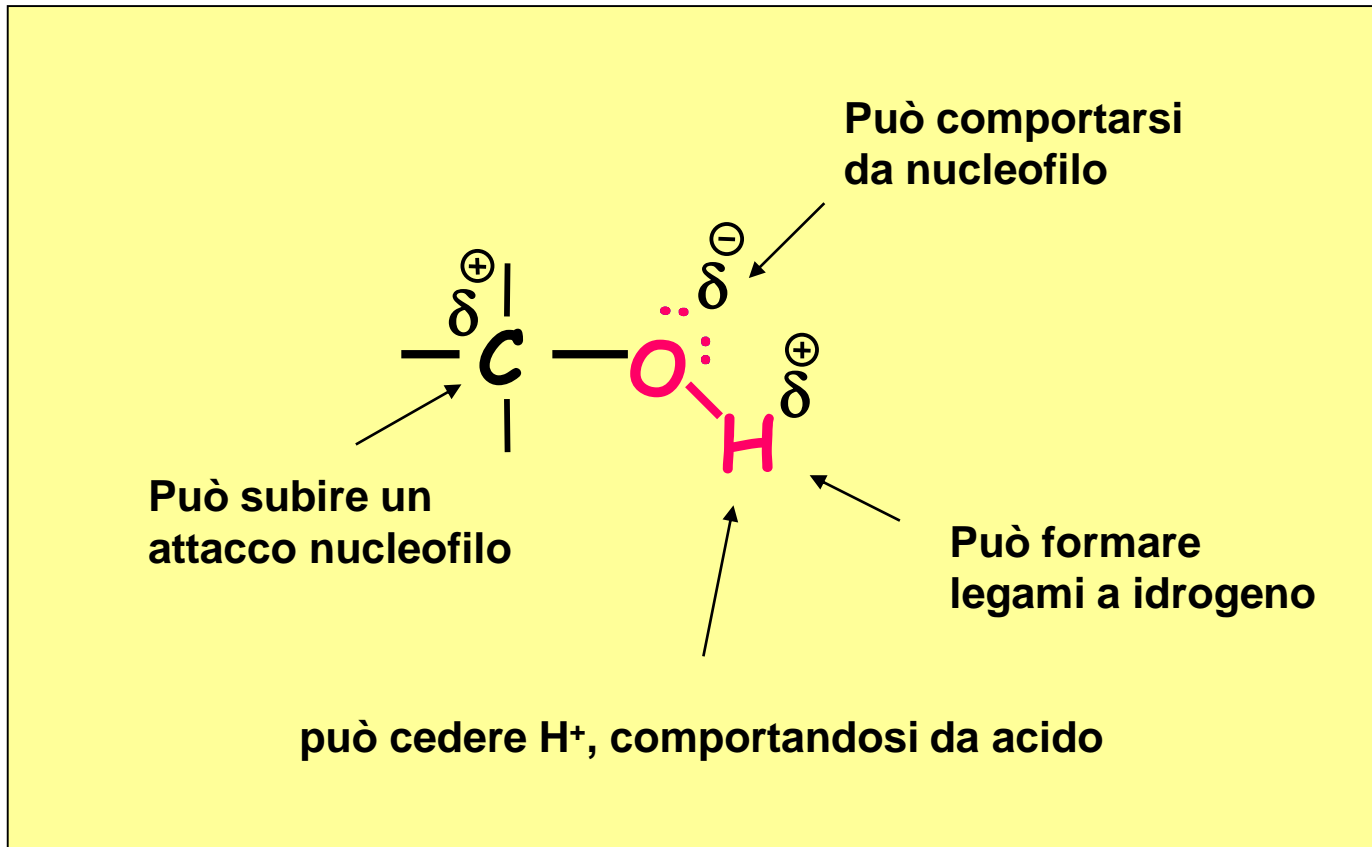


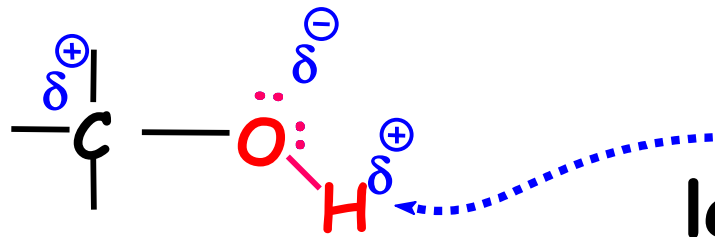
2-metil-2-butantiolo



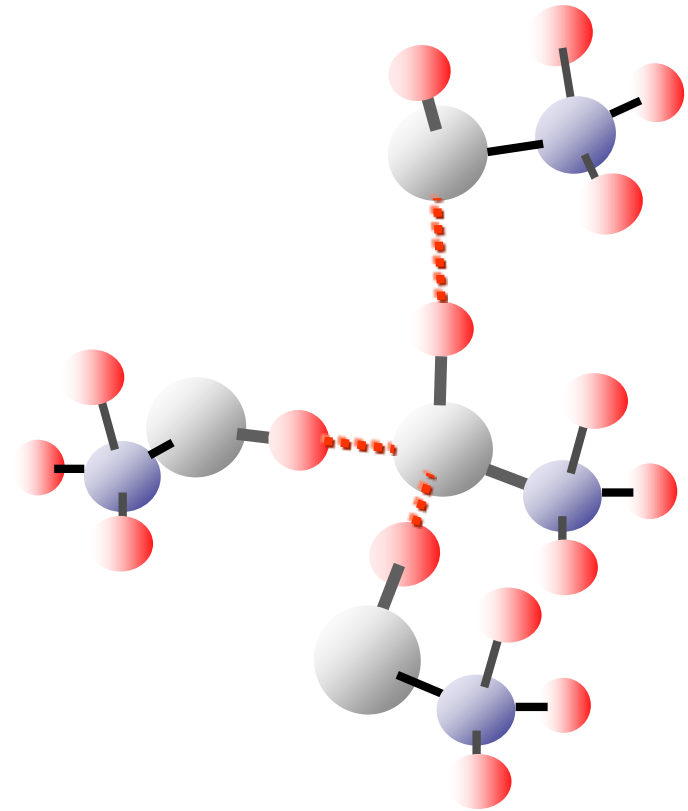
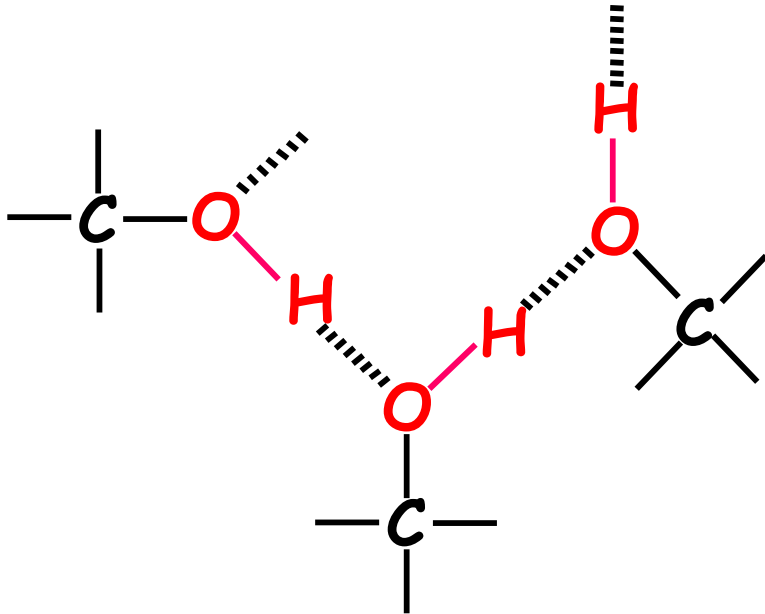
benzentiolo

# Caratteristiche della funzione alcolica



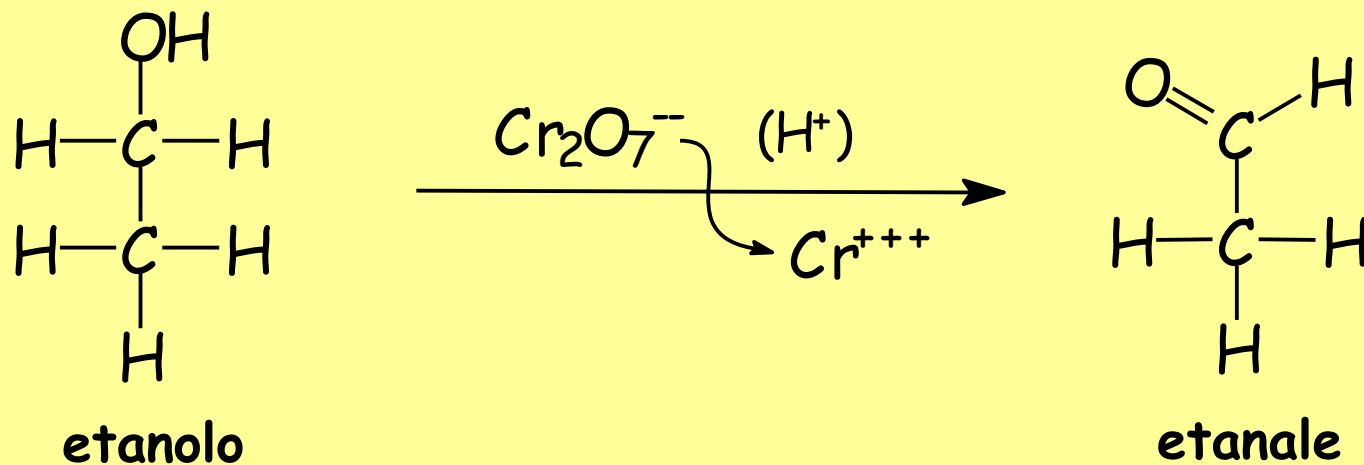


può formare  
legami a idrogeno

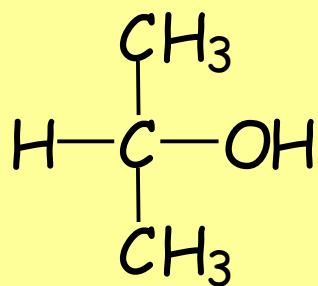




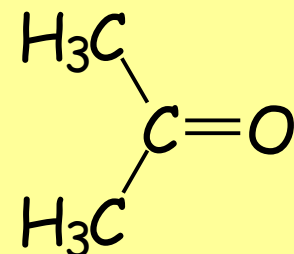
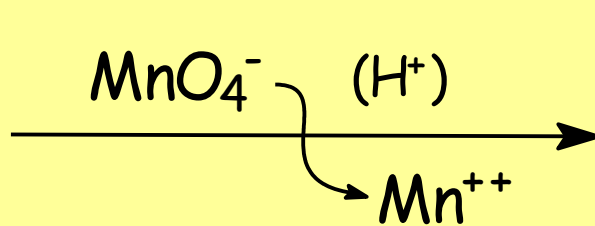
# *Reazioni di ossidazione*



**Gli alcoli primari si ossidano ad aldeidi.  
Per ulteriore azione degli ossidanti, gli  
aldeidi si convertono in acidi carbossilici**



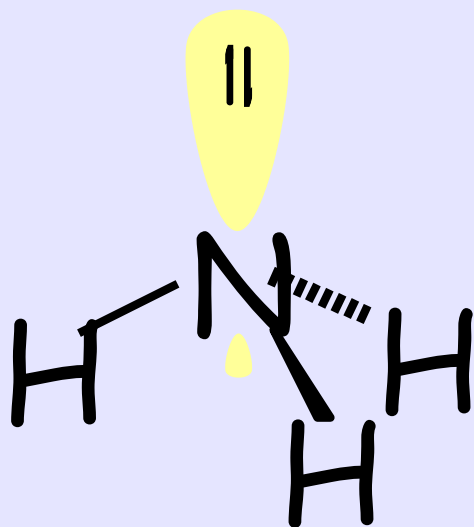
2-propanolo



propanone

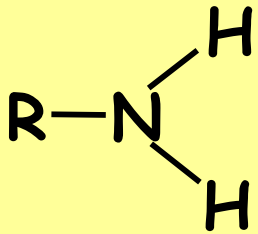
**Gli alcoli secondari si ossidano a chetoni**

***Ammine***

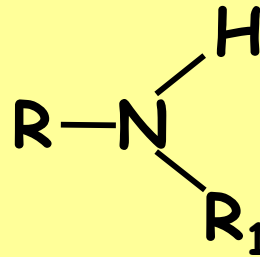


Le ammine si possono considerare come derivati dell'ammoniaca per sostituzione di atomi di idrogeno con radicali alifatici, aliciclici o aromatici. Come nell'ammoniaca, gli orbitali di valenza dell'azoto delle ammine sono ibridati  $sp^3$ . La caratteristica reattività delle ammine alifatiche è dovuta alla presenza del doppietto elettronico presente nel quarto orbitale non condiviso.

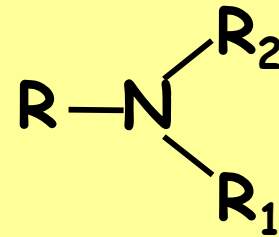
# Classificazione



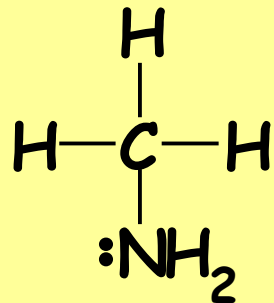
ammina primaria



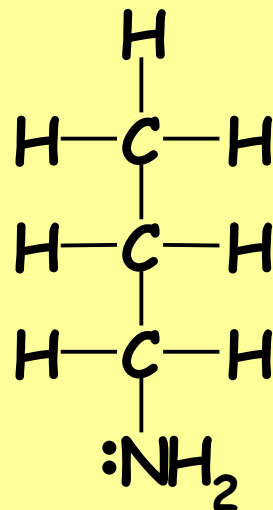
ammina secondaria



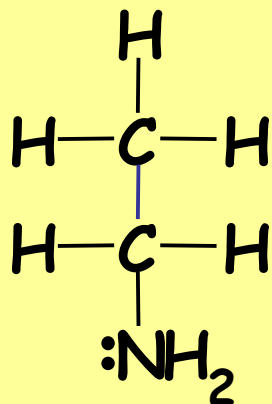
ammina terziaria



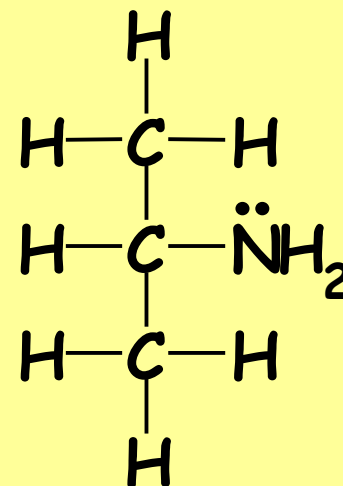
metanammina  
amminometano  
metilammina



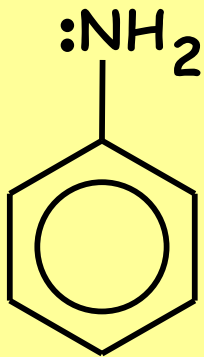
1-propanammina  
1-amminopropano  
1-propilammina



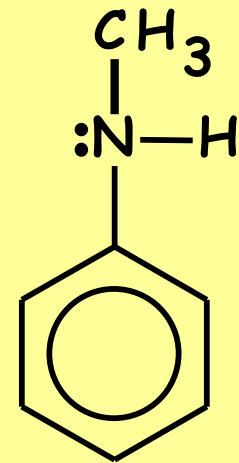
etanammina  
amminoetano  
etilammina



2-propanammina  
2-amminopropano  
2-propilammina



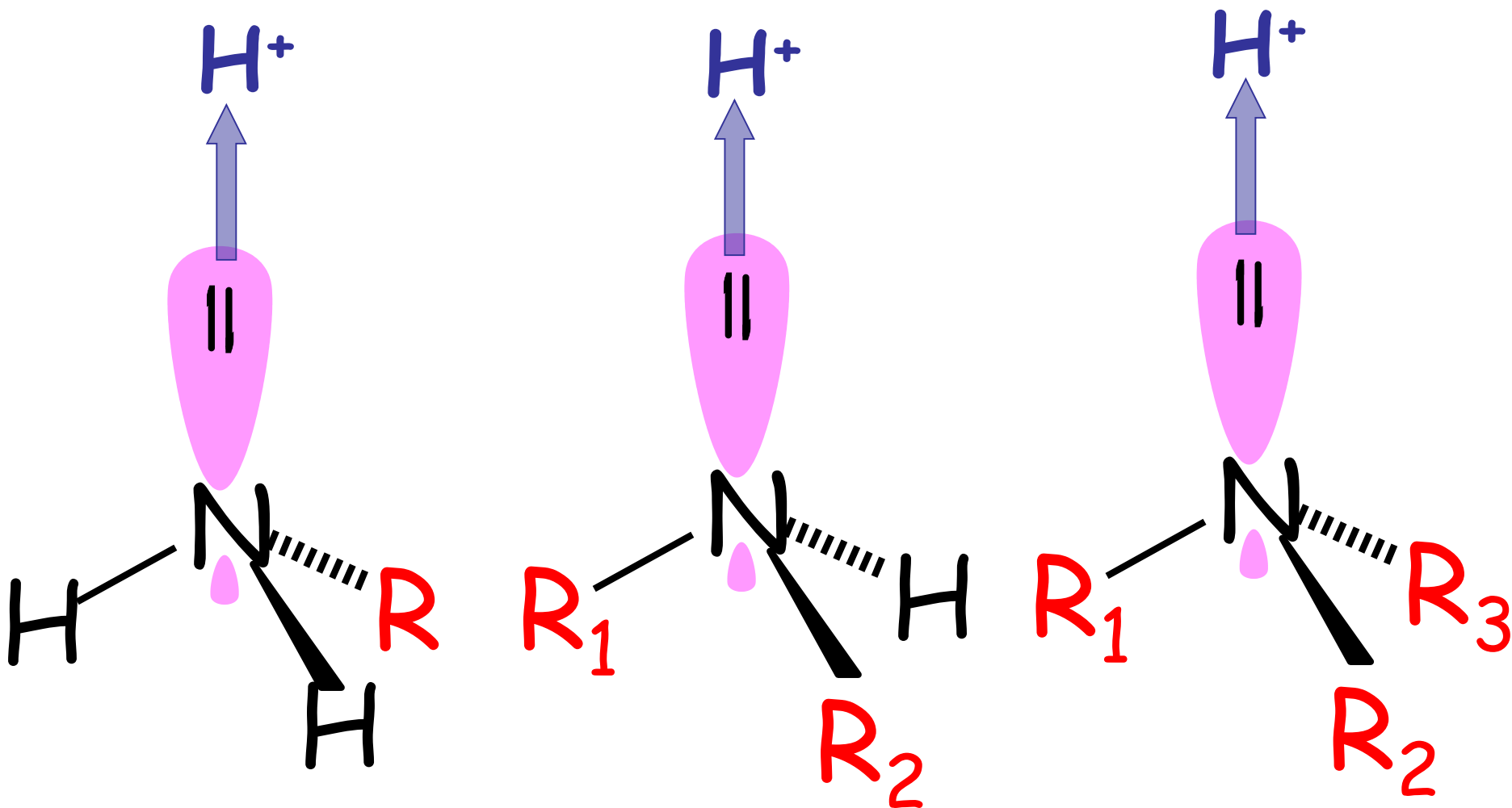
benzenammina  
amminobenzene  
fenilammina  
*anilina*



N-metilbenzenammina  
N-metil-amminobenzene  
metilfenilammina  
N-metil-anilina



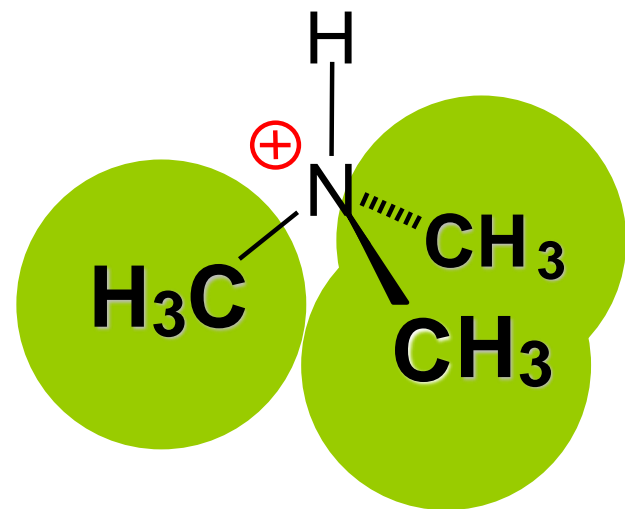
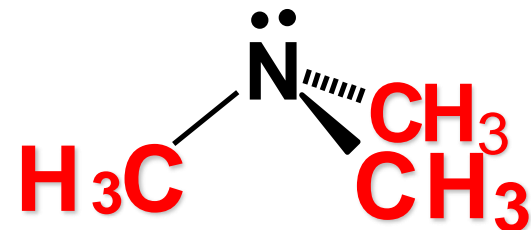
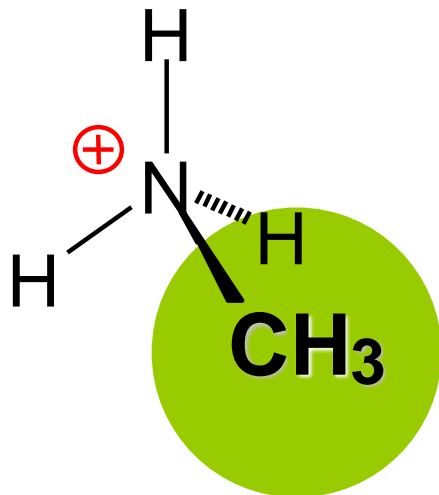
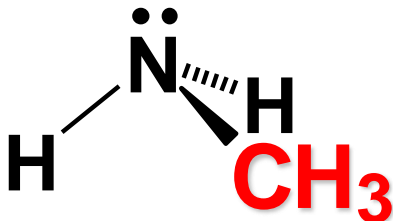
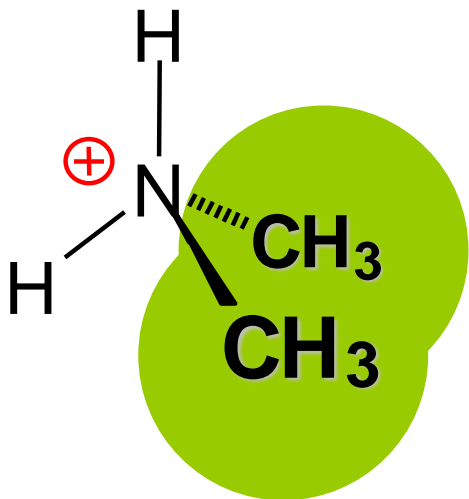
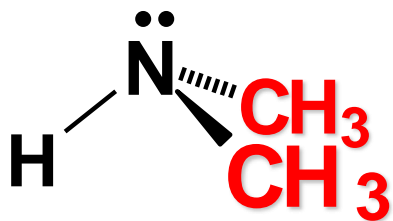
Le ammine sono basi di Brönsted o  
basi di Lewis



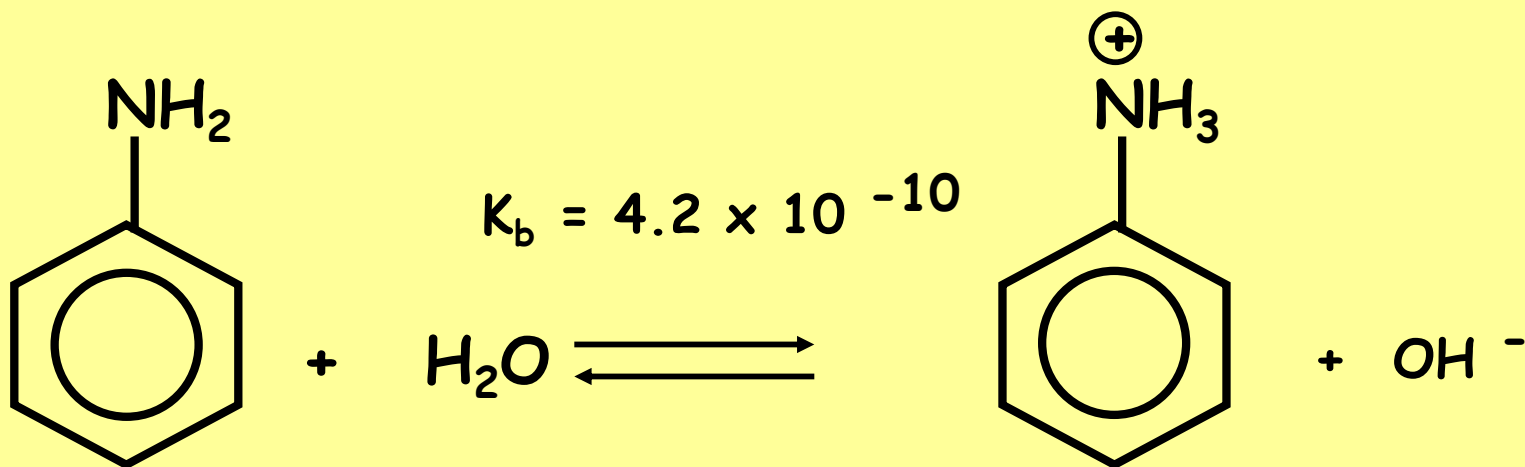
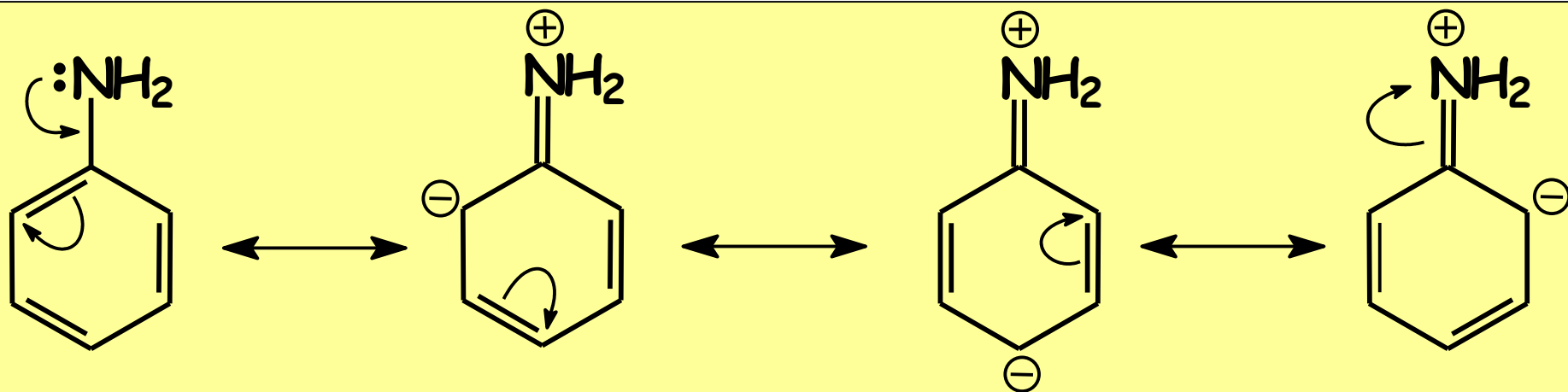
$$K_b = 6 \cdot 10^{-4}$$

$$K_b = 5 \cdot 10^{-4}$$

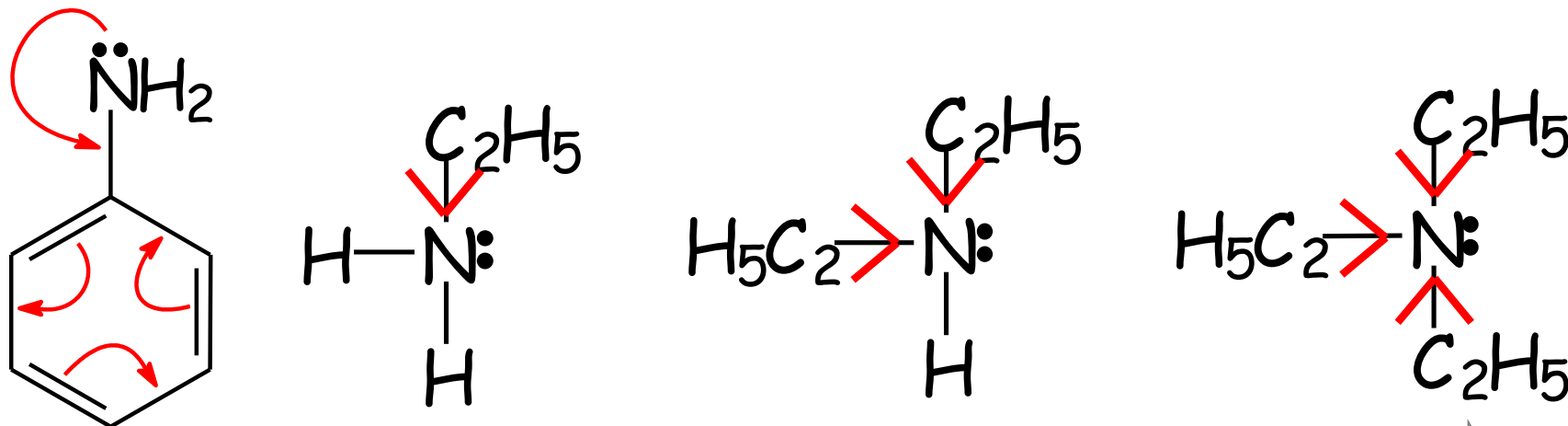
$$K_b = 6.6 \cdot 10^{-5}$$



# Le ammine aromatiche sono basi più deboli delle ammine alifatiche



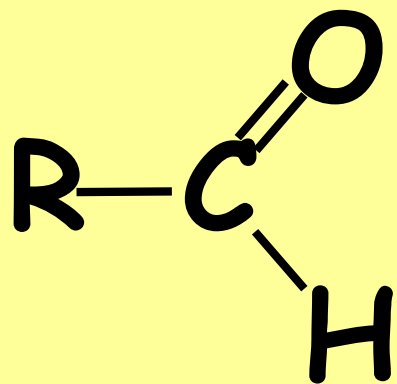
# Le ammine sono basi di Lewis (nucleofili)



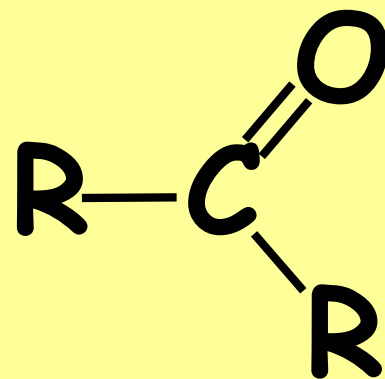
## Carattere nucleofilo delle ammine

Nonostante il maggior carattere nucleofilo, le ammine terziarie hanno valori della costante di dissociazione basica minori delle primarie e delle secondarie a causa dell'ingombro sterico dei gruppi alchilici che non consente una completa solvatazione dello ione trialchil ammonio.

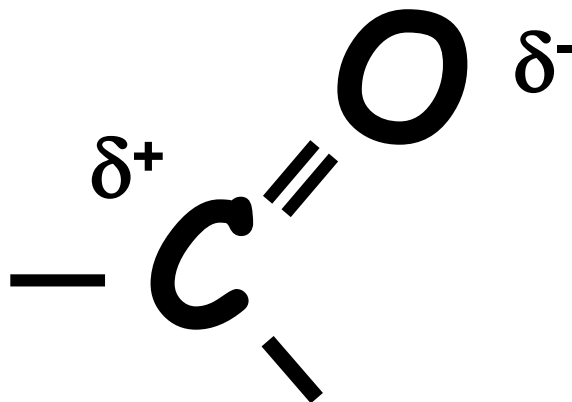
# *Aldeidi e Chetoni*



aldeide

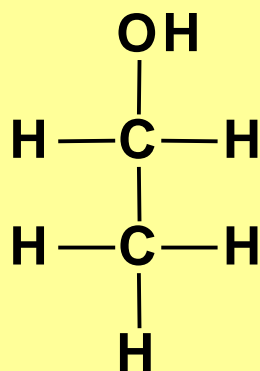


chetone

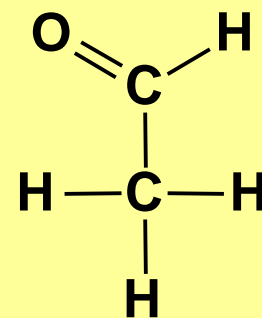
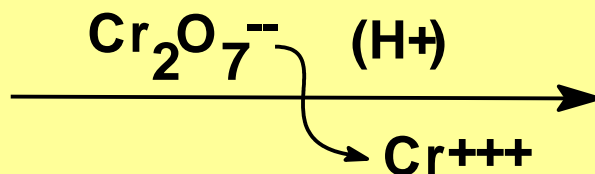


**Il gruppo, comune alle due classi, è detto gruppo carbonilico o carbonile; tale gruppo è fortemente polarizzato e in esso il C è ibridato  $sp^2$**

Le aldeidi si ottengono per ossidazione degli alcoli primari.



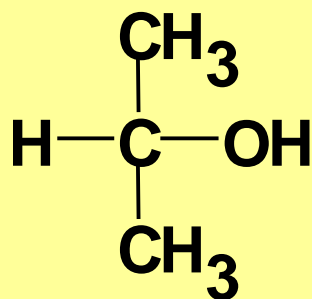
etanolo



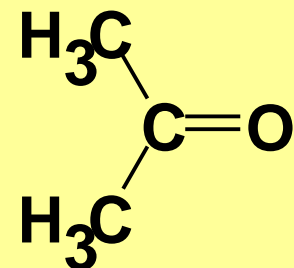
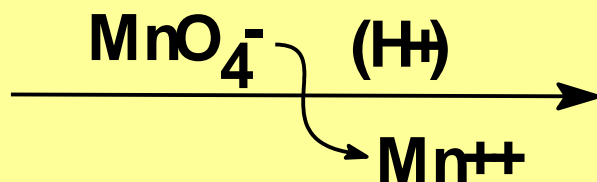
etanale



I chetoni si ottengono per ossidazione degli alcoli secondari.

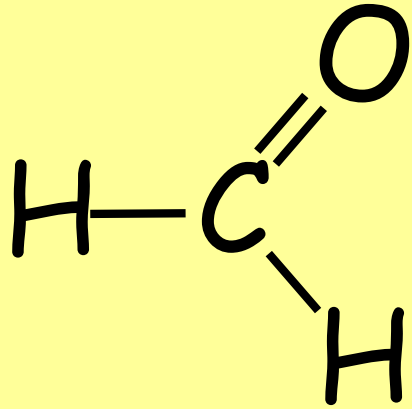


**2-propanolo**

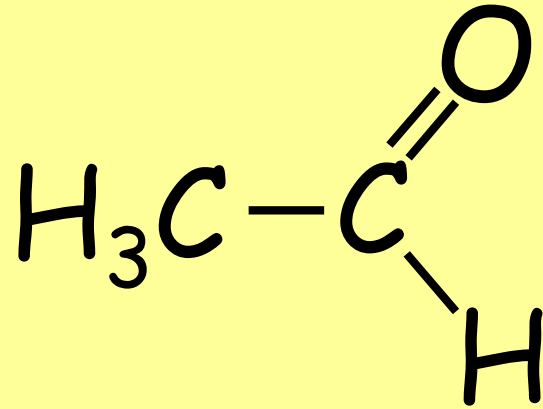


**propanone**

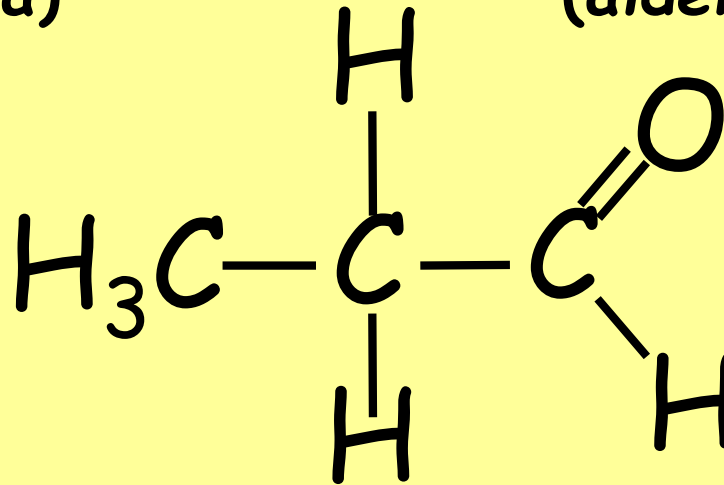
# *Nomenclatura*



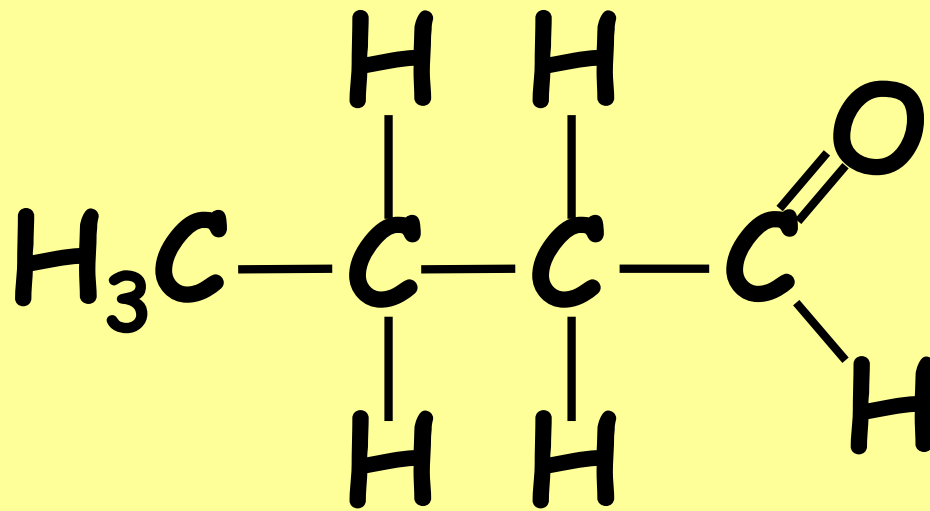
**metanale**  
*(aldeide formica)*



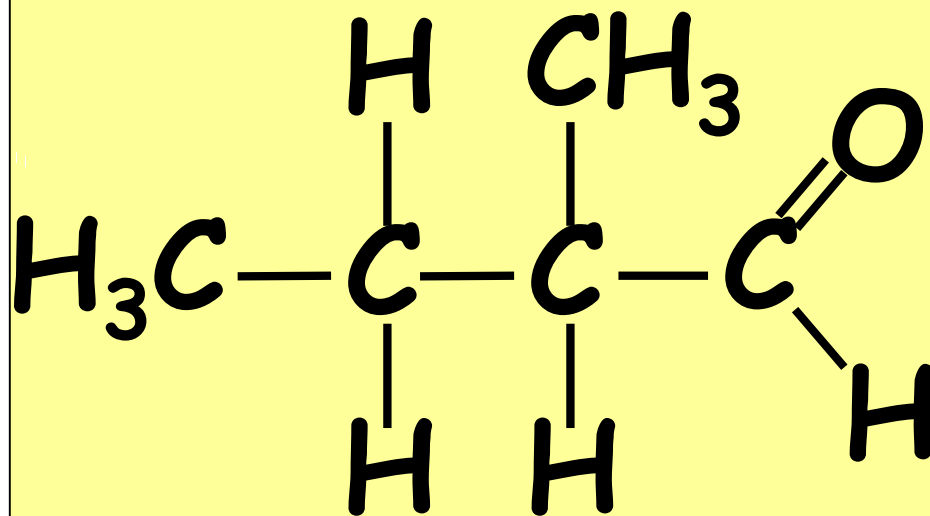
**etanale**  
*(aldeide acetica)*



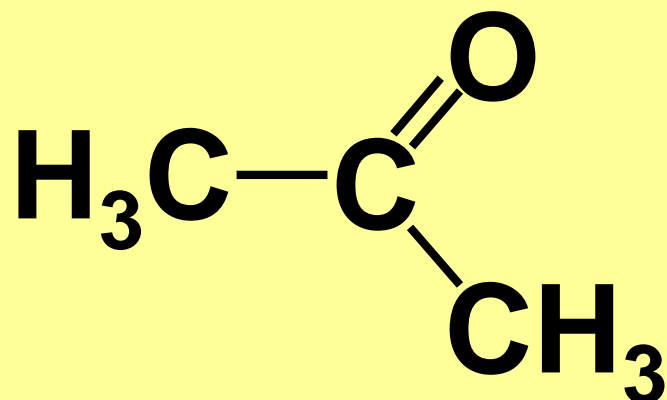
**propanale**  
*(aldeide propionica)*



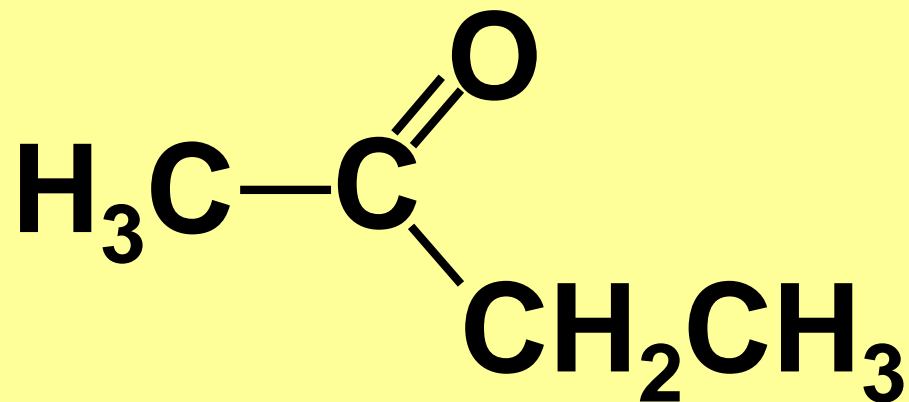
butanale  
(aldehyde butirrica)



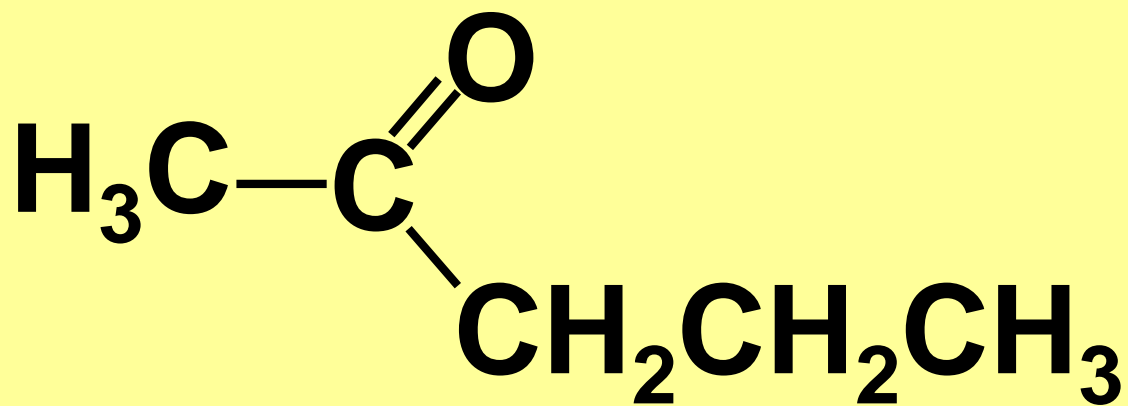
2-metilbutanale  
(aldehyde 2-metilbutirrica)



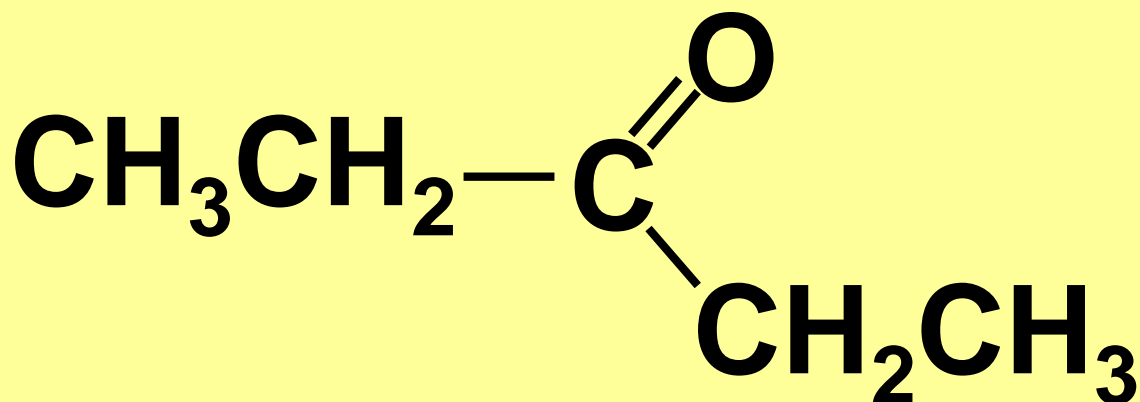
propanone



2 - butanone

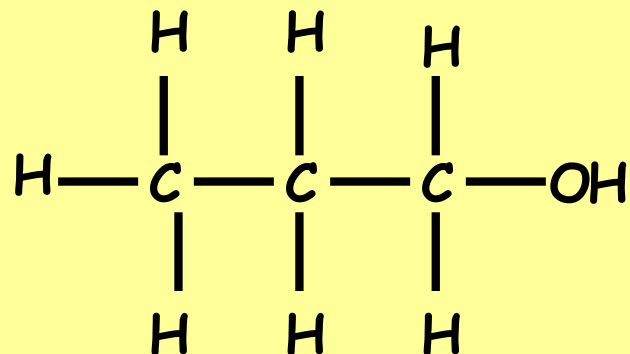
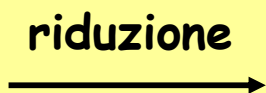
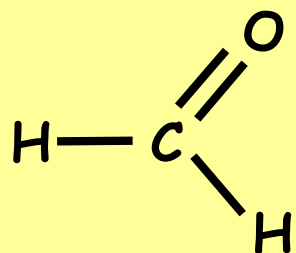


**2-pentanone**

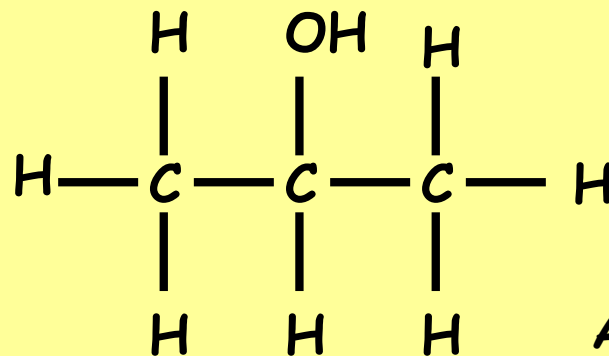
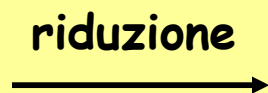
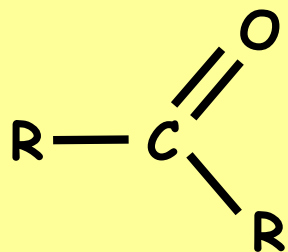


**3-pentanone**

## Riduzione

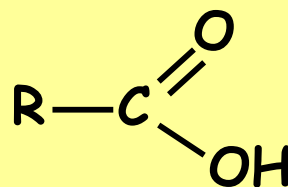
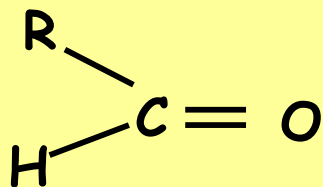


Alcool primario



Alcool secondario

## Ossidazione

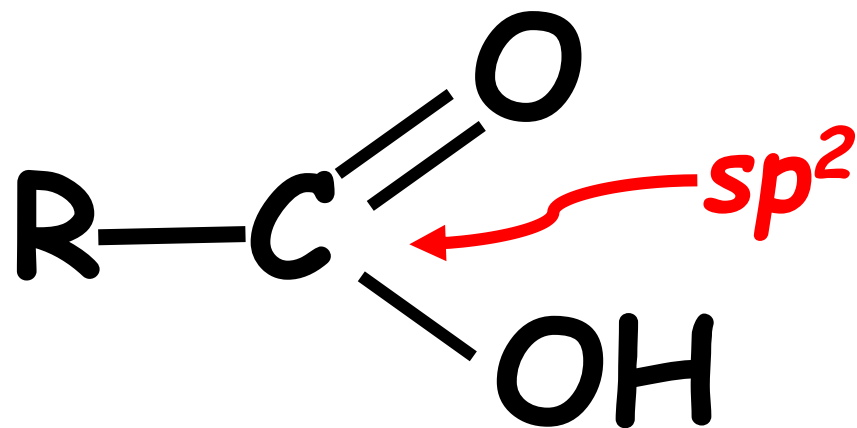


Acido carbossilico

# ***Acidi carbossilici***



# gruppo funzionale carbossilico



R

H—

CH<sub>3</sub>—

CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>—

CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>—

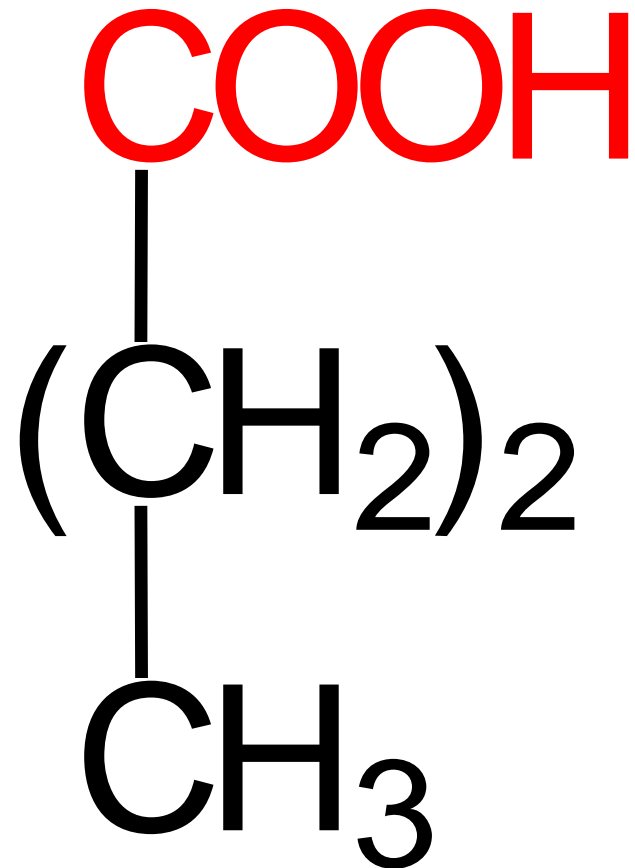
nomenclatura

H—COOH  
acido metanoico

CH<sub>3</sub>—COOH  
acido etanoico

CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>—COOH  
acido propanoico

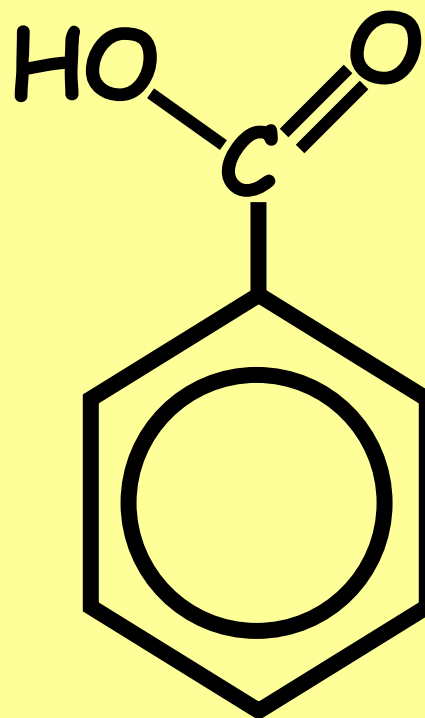
CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>—COOH



acido **butanoico**

*acido butirrico*

<b>nome IUPAC</b>	<b>N. atomi C</b>	<b>nome corrente</b>
ac. metanoico	1	ac. formico
ac. etanoico	2	ac. acetico
ac. propanoico	3	ac. propionico
ac. butanoico	4	ac. butirrico
ac. pentanoico	5	ac. valerianico
ac. esanoico	6	ac. capronico
ac. ottanoico	8	ac. caprilico
ac. decanoico	10	ac. caprinico
ac. tetradecanoico	14	ac. miristico
ac. esadecanoico	16	ac. palmitico
ac. ottadecanoico	18	ac. stearico

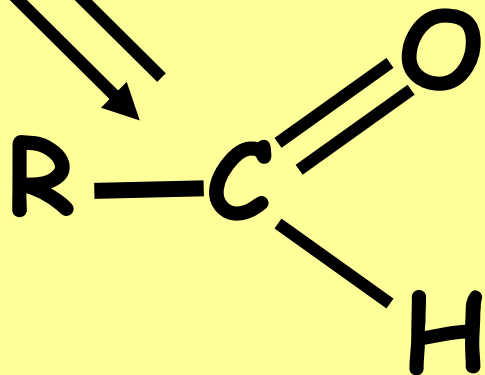


**acido benzencarbossilico**  
***(acido benzoico)***



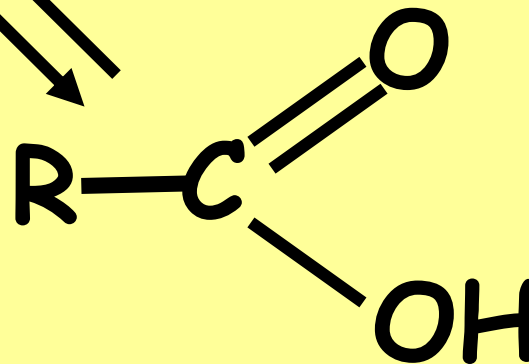
riduzione

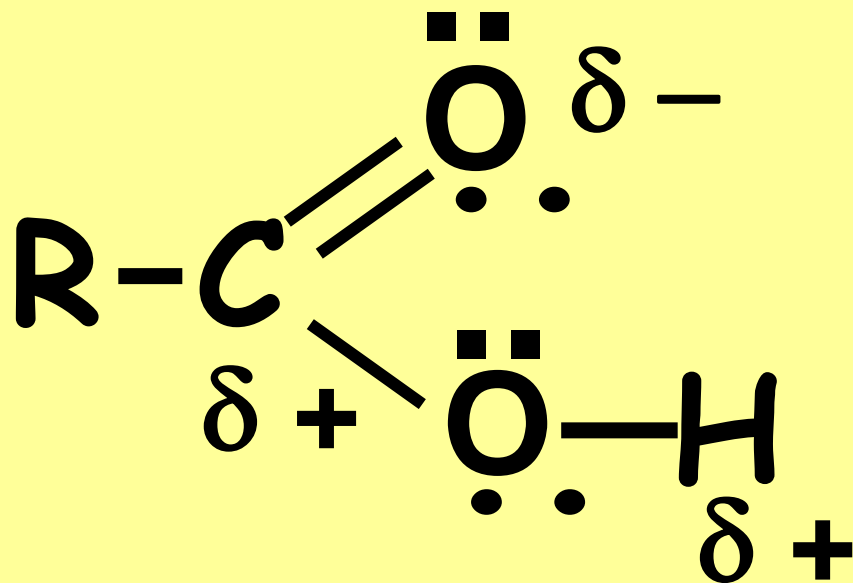
ossidazione



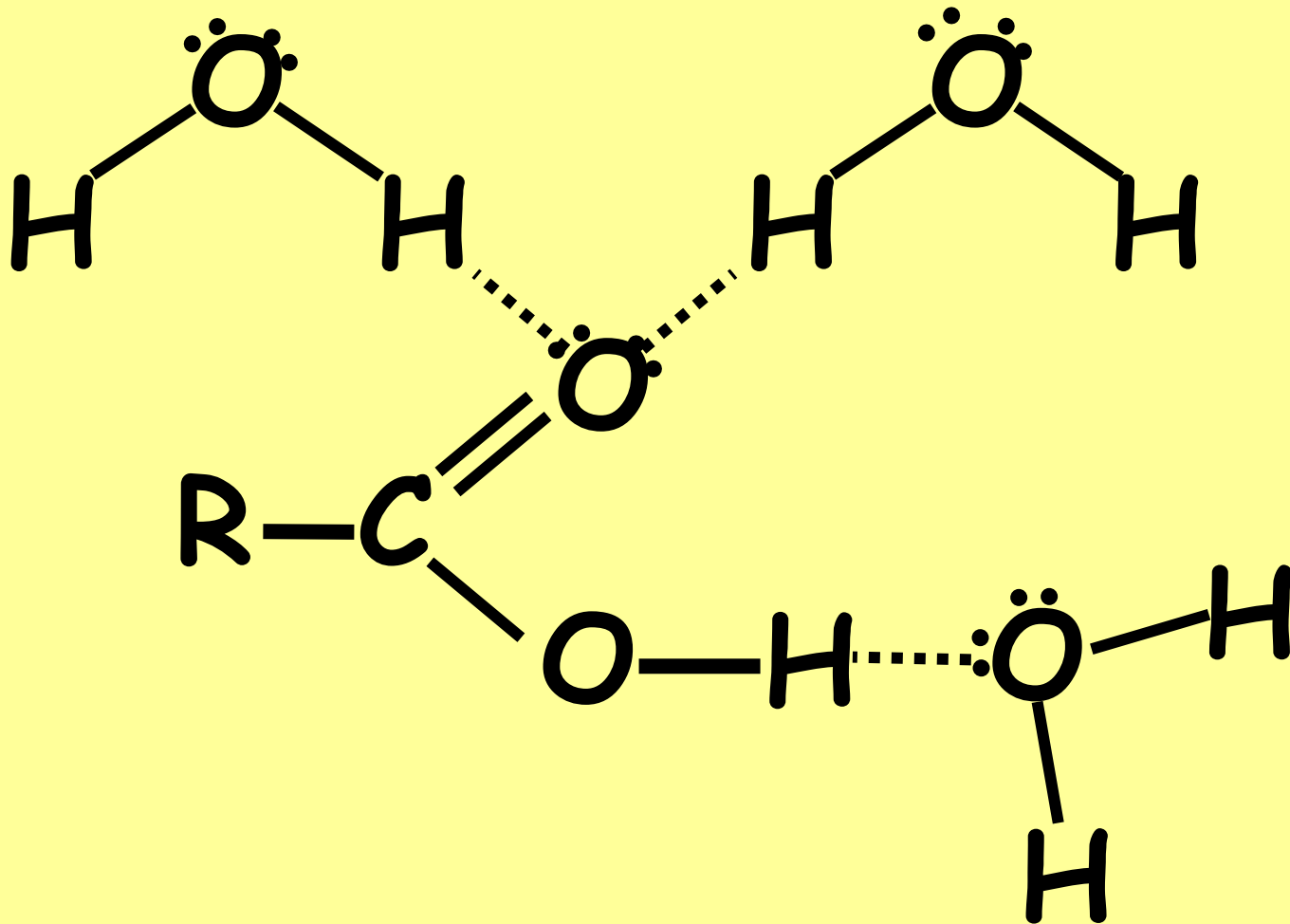
riduzione

ossidazione



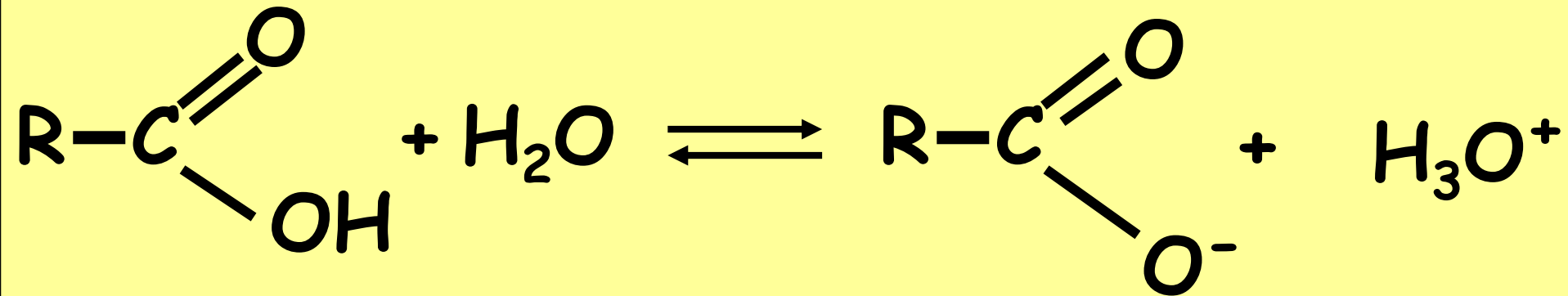


il gruppo carbossilico può formare legami H con l'acqua



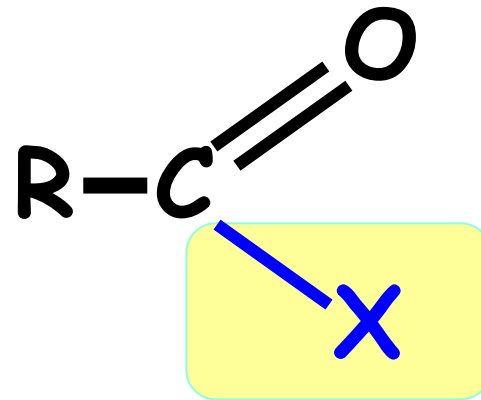
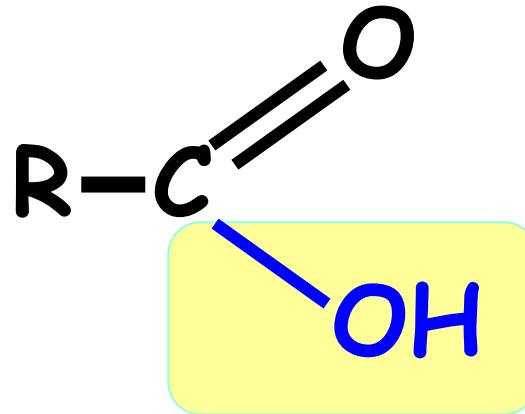


# Acidità

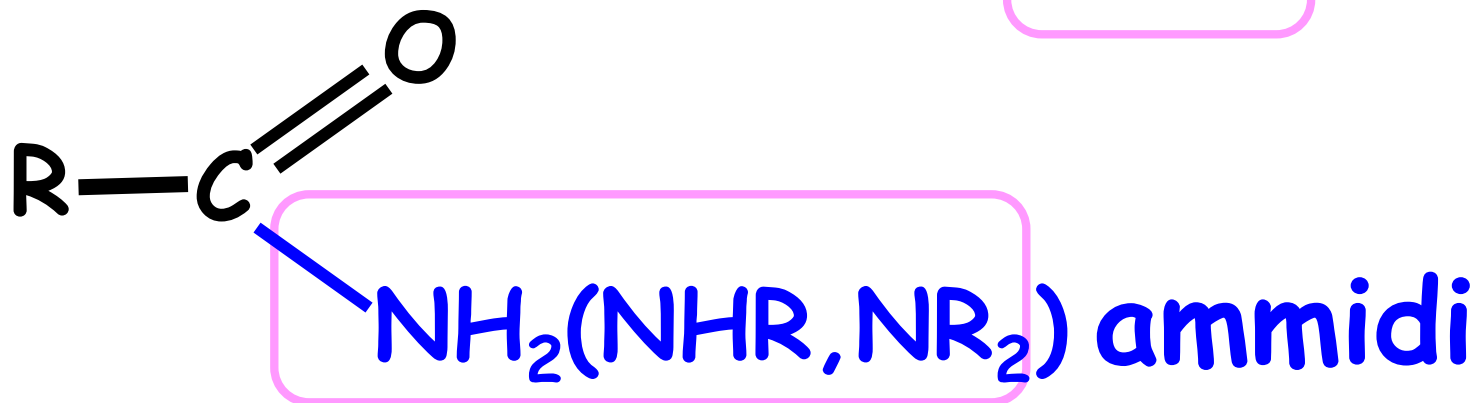
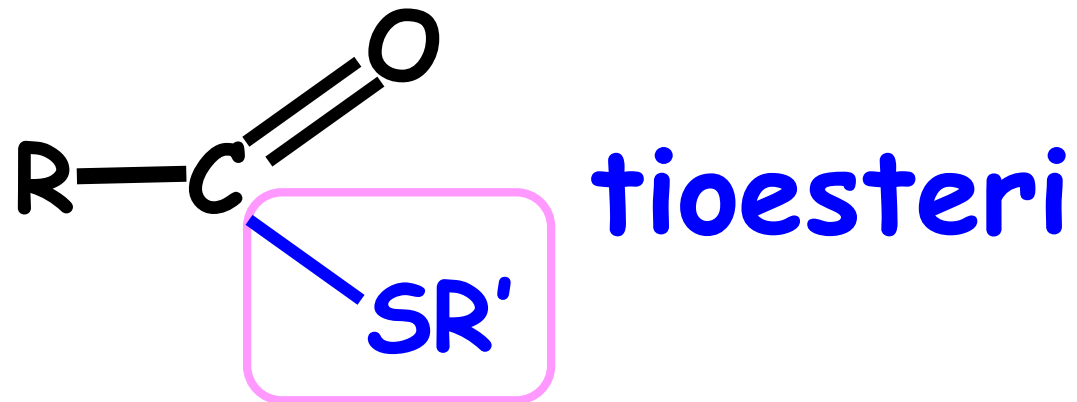
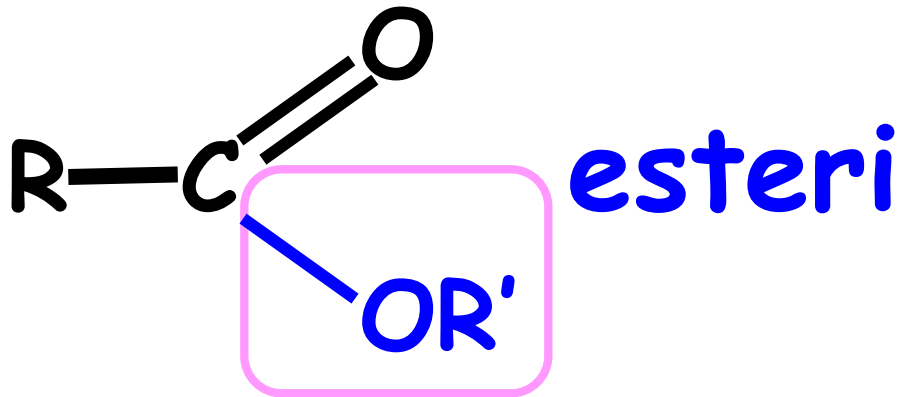


Ione carbossilato

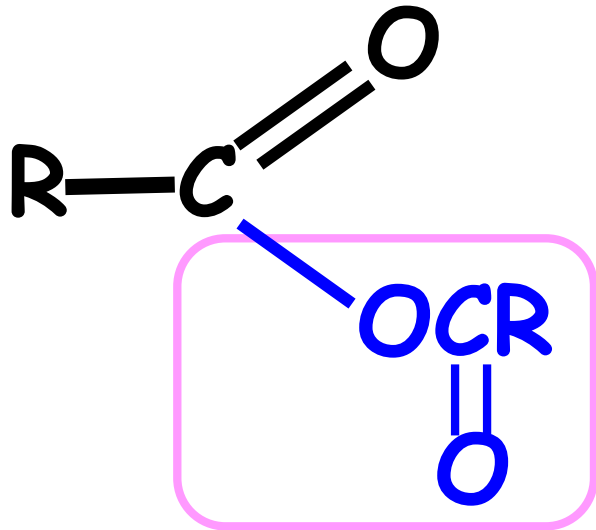
# derivati degli acidi carbossilici



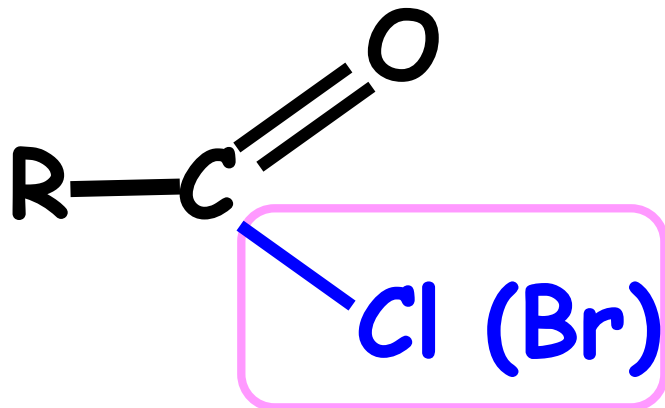
# derivati degli acidi carbossilici



# derivati degli acidi carbossilici



anidridi



alogenuri  
acilici

Quale dei seguenti composti è un alcole?

A. Etanale

**B. Propanolo**

C. Butadiene

D. Decano

E. Pentino

La risposta viene scelta in base alla desinenza del nome di ogni composto:

- *ale* è la desinenza per le aldeidi;
- *diene* per i dieni;
- *ano* per gli alcani
- *ino* per gli alchini
- *olo* per gli alcoli (Risposta **B**)

**Il benzene in presenza di opportuni catalizzatori reagisce con l'acido nitrico, con il cloro e con il clorometano; in tutti e tre i casi si tratta di:**

**A. Sostituzione nucleofila**

**B. Sostituzione elettrofila**

**C. Sostituzione radicalica**

**D. Addizione elettrofila**

**E. Addizione nucleofila**

**Il benzene è caratterizzato dalla nuvola elettronica che lo rende più stabile ma meno reattivo di un alchene; mentre la reazione tipica di un alchene è l'addizione, quella del benzene è la sostituzione. Gli elettroni delocalizzati rappresentano una notevole 'ricchezza' di elettroni disponibili per l'attacco di elettrofili: risposta B.**

## Il cicloesene:

- A. Atomi di C ibridati  $sp$
- B. Possiede tutti i carboni ibridati  $sp^2$
- C. Presenta carattere aromatico
- D. E' costituito da sei atomi di C e da 4 atomi di H
- E.** Dà facilmente reazioni di addizione

Il cicloesene non ha carattere aromatico, è un alchene ciclico a 6 atomi di carbonio e 10 atomi di idrogeno. Per questo possiede sia C ibridati  $sp$  che C ibridati  $sp^2$ . La presenza di un doppio legame lo rende reattivo nei confronti delle addizioni come tutti gli alcheni (Risposta E).

**Due composti organici isomeri di struttura hanno:**

- A. Lo stesso concatenamento degli atomi di carboni**
- B. Uguale peso molecolare**
- C. Uguale punto di ebollizione**
- D. Identiche proprietà fisiche, ma diverse proprietà chimiche**
- E. Uguale formula di struttura**

**Gli isomeri di struttura sono dei composti che hanno la stessa formula bruta ma diversa formula di struttura, cioè è diverso il concatenamento degli atomi di carbonio. Gli unici isomeri che hanno la stessa formula di struttura sono gli stereoisomeri e gli isomeri conformazionali. Gli isomeri di struttura hanno poi delle caratteristiche chimiche simili ma diverse proprietà fisiche incluso il punto di ebollizione. Avendo, quindi, la stessa formula bruta hanno anche lo stesso peso molecolare: risposta B.**



La molecola dei chetoni è caratterizzata dal gruppo:

A. Ossidrile

B. Ammidico

C. Carbammilico

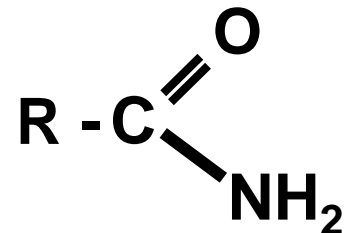
D. Carbonilico

E. Carbossilico

Nella molecola di un' ammide sono contenute almeno le seguenti specie atomiche:

- A. Carbonio e azoto
- B. Carbonio, azoto e idrogeno
- C. Carbonio, azoto e ossigeno
- D. Azoto e ossigeno
- E. Carbonio, idrogeno, azoto e ossigeno

Le ammidi sono composti organici aventi formula generale:



**Soltanto una delle seguenti affermazioni a proposito del benzene è ERRATA:**

- A. I sei atomi di carbonio si trovano ai vertici di un esagono regolare**
- B La molecola contiene 4 elettroni p in orbitali non ibridati**
- C. Gli atomi di carbonio sono ibridati  $sp^2$**
- D. La molecola contiene 6 elettroni p in orbitali non ibridati**
- E. Gli angoli di legame sono di circa  $120^\circ$**

**Il benzene è il più semplice degli idrocarburi aromatici con formula bruta  $C_6H_6$  e può essere considerato l'ibrido di risonanza tra le due formule limite di Kekulé. I sei atomi di carbonio (quindi è un anello esagonale) sono ibridati  $sp^2$  e ogni C possiede un elettrone p non ibridato per cui da queste informazioni possiamo dedurre che l'unica risposta errata è la B.**

Quale dei seguenti composti possiede nella molecola non più di un atomo di ossigeno?

**A.** Alcole etilico

**B.** glicole

**C.** Acido acetico

**D.** Diidrossichetone

**E.** Dialdeide

L'alcole etilico deriva dall'etano e possiede un gruppo  $-OH$ ; il glicole è un diolo, cioè possiede due gruppi  $-OH$ ; l'acido acetico è un acido carbossilico con il gruppo  $-COOH$ ; un diidrossichetone contiene il gruppo carbonilico

$\text{>C=O}$  (tipico degli aldeidi e dei chetoni) e due gruppi  $-OH$ . Infine, una dialdeide contiene due gruppi carbonilici per cui la risposta è A.

**Un composto otticamente attivo:**

**A. Assorbe i raggi U.V.**

**B. E' un racemo**

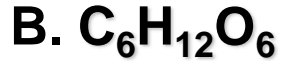
**C. Possiede almeno due atomi di carbonio chirali**

**D. Fa ruotare il piano della luce polarizzata**

**E. E' colorato**

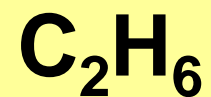
**Un composto organico che possieda almeno un carbonio chirale, cioè che lega quattro gruppi diversi, esiste in due forme speculari non sovrapponibili detti enantiomeri. Hanno le stesse caratteristiche chimico-fisiche, mentre ruotano in senso opposto il piano della luce polarizzata; essendo otticamente attivo non può essere una miscela racemica in quanto costituita da uguali quantità dei due enantiomeri (Risposta D).**

**In quale dei seguenti composti il carbonio presenta un numero di ossidazione negativo?**

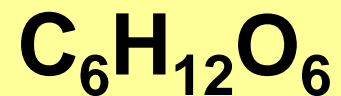


**Per rispondere bisogna ricordarsi le regole per calcolare il numero di ossidazione (N.O.) di un elemento:**

- La somma dei numeri di ossidazione degli elementi che costituiscono una molecola neutra è pari a zero**
- Il numero di ossidazione dell'idrogeno è + 1**
- Il numero di ossidazione dell'ossigeno è pari a -2 (tranne che nei perossidi in cui è -1)**
- Gli alogeni hanno N.O. pari a -1**



$$\text{N.O.} = -3$$



$$\text{N.O.} = 0$$



$$\text{N.O.} = +4$$



$$\text{N.O.} = +2$$



$$\text{N.O.} = +2$$

**Quali delle seguenti caratteristiche sono comuni al benzene e all'etene?**

**A. La capacità di dare facilmente reazioni di addizione**

**B. L'ibridazione  $sp^2$**

**C. La scarsa reattività**

**D. La struttura tetraedrica**

**E. L'ibridazione  $sp$**

**L'etene è il più semplice degli alcheni costituito da due atomi di C ibridati  $sp^2$  per cui ha una geometria planare e ha la capacità di dare reazioni di addizione. Il benzene è il più semplice degli idrocarburi aromatici caratterizzato da sei atomi di C tutti ibridati  $sp^2$  e da una nuvola di elettroni  $\pi$  che stabilizzano la molecola e che la rendono reattiva nei confronti di reazioni di sostituzione. (Risposta B).**



**Due atomi di carbonio asimmetrici sono entrambi:**

**A. Appartenenti alla serie stereochimica D**

**B. Ibridati  $sp^3$**

**C. Ibridati  $sp$**

**D. Non ibridati**

**E. Legati agli stessi raggruppamenti**

**Gli enantiomeri, l'uno immagine speculare dell'altro, sono caratterizzati dalla presenza nella molecola di un carbonio asimmetrico o chirale.**

**Questo carbonio è legato a quattro gruppi diversi ed è sempre ibridato  $sp^3$ .**

**I composti appartenenti alla stessa serie stereochimica hanno i sostituenti disposti nello stesso modo; il fatto di essere asimmetrici non implica che due atomi di carbonio appartengano alla stessa serie stereochimica ( Risposta B).**