

# Cenni di Chimica organica

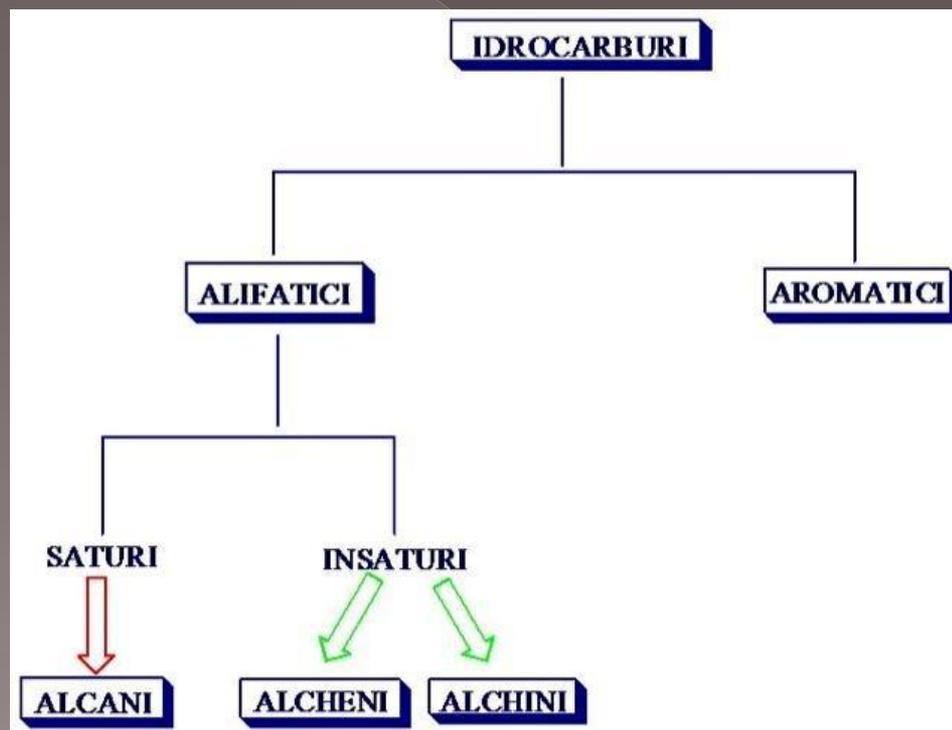
A cura di [Didascienze.it](http://Didascienze.it)

# Gli idrocarburi



Gli **idrocarburi** contengono solo atomi di carbonio e di idrogeno.

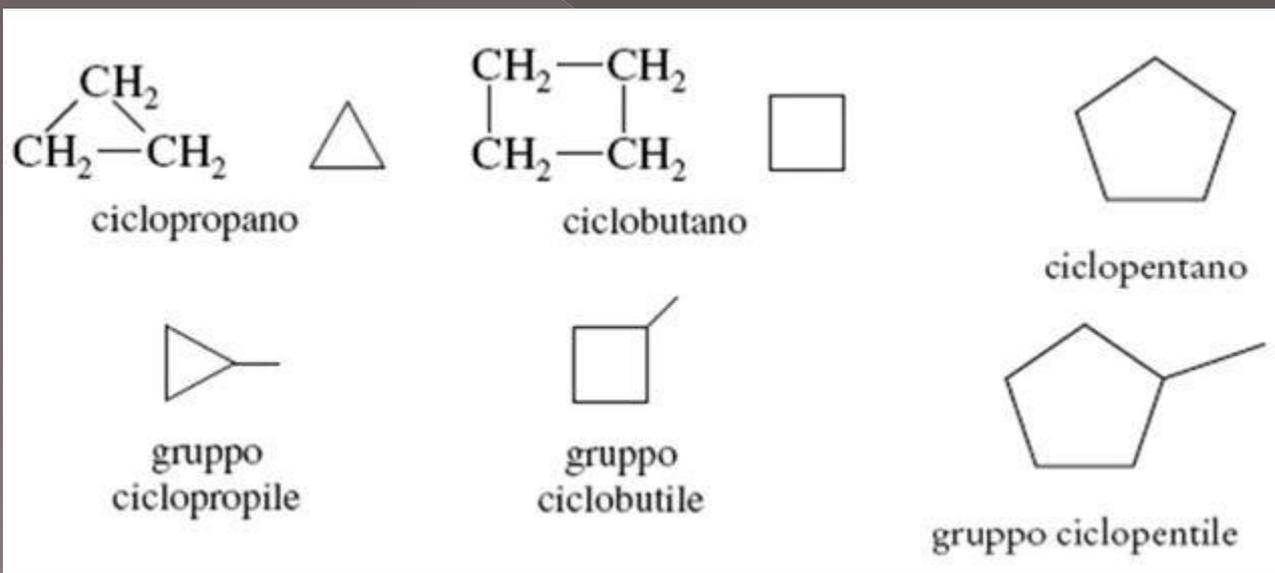
Gli **idrocarburi alifatici** hanno molecole lineari (talora ramificate) mentre quelli **ciclici** presentano molecole ad anello. Se hanno tutti legami semplici tra C e C si chiamano **alcani** e sono caratterizzati dalla formula generale  $C_nH_{2n+2}$ . Se hanno doppi o tripli legami C-C si chiamano rispettivamente **alcheni**  $C_nH_{2n}$  ed **alchini**  $C_nH_{2n-2}$ . Gli alcani hanno soltanto legami  $\sigma$  e sono definiti idrocarburi saturi, il che significa che tutti gli elettroni di valenza del carbonio sono impegnati in legami semplici.



# Cicloalcani



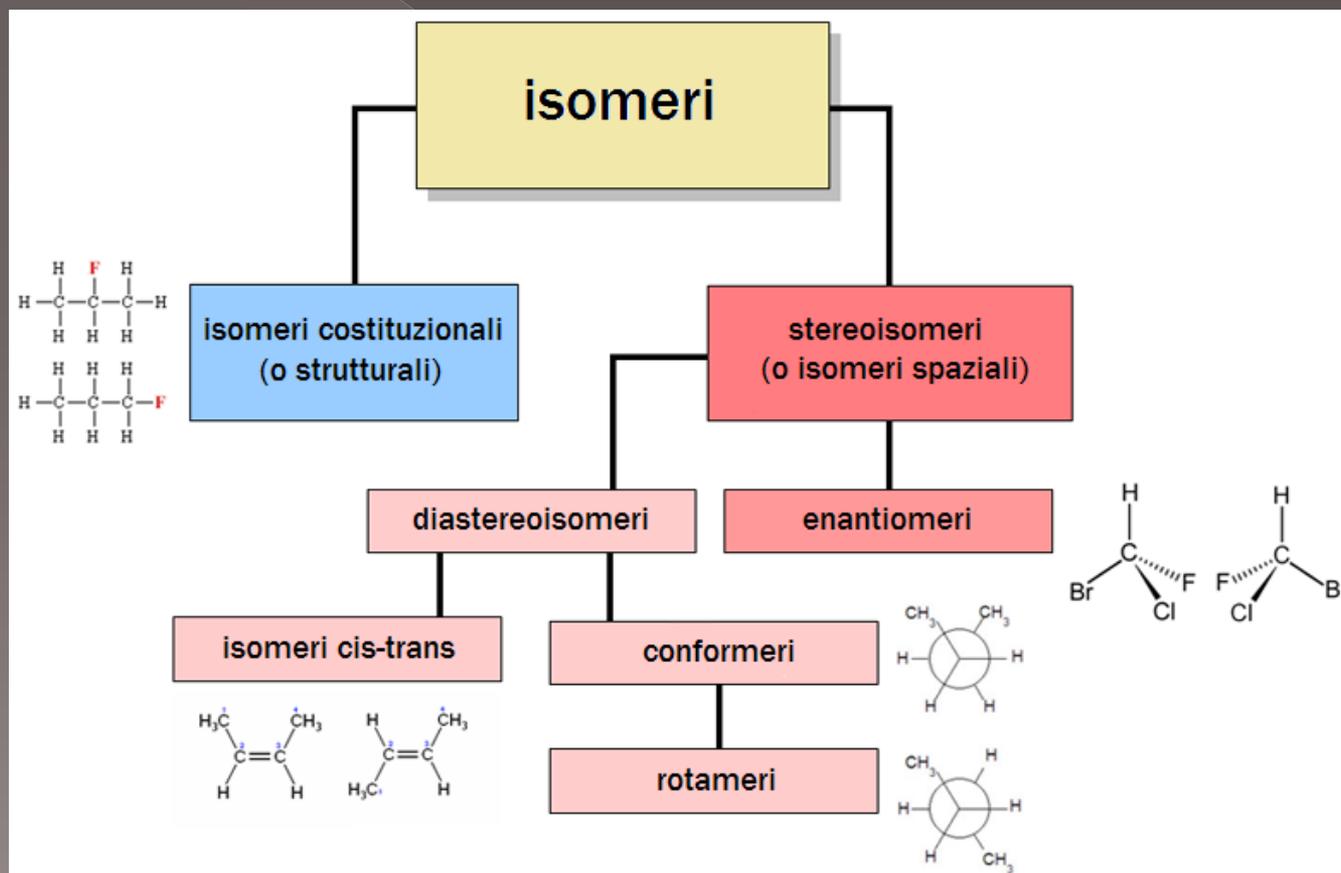
I cicloalcani sono idrocarburi di formula generale  $C_nH_{2n}$  in cui alcuni o tutti gli atomi di C formano un anello. Il nome dei cicloalcani si ottiene aggiungendo il prefisso *ciclo* al nome dell'alcano che ha lo stesso numero di atomi di C compresi nell'anello.



# Isomeria



L'**isomeria** è quel fenomeno per il quale sostanze diverse per proprietà fisiche e spesso anche per comportamento chimico hanno la stessa formula bruta, cioè stesso peso molecolare e stessa composizione percentuale di atomi.



# Isomeria (Isomeri costituzionali)



Gli **Isomeri costituzionali** (o **strutturali**) hanno formula bruta identica ma diverso modo di legarsi degli atomi. In altre parole, sono composti aventi la stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura. Ciò implica differenti proprietà fisiche e chimiche, dovute ai legami differenti degli elementi che compongono la molecola.

## Gli isomeri costituzionali possono essere isomeri:

- **di catena**, che interessa la struttura dello "scheletro" di carbonio, ossia la presenza e posizione di ramificazioni od anelli;
- **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 funzionalmente diversi, ed hanno quindi proprietà chimiche e fisiche molto differenti.

n-butano	Isobutano (2-metilpropano)
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

1-butene	2-butene
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$

Etanolo	Etere dimetilico
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$

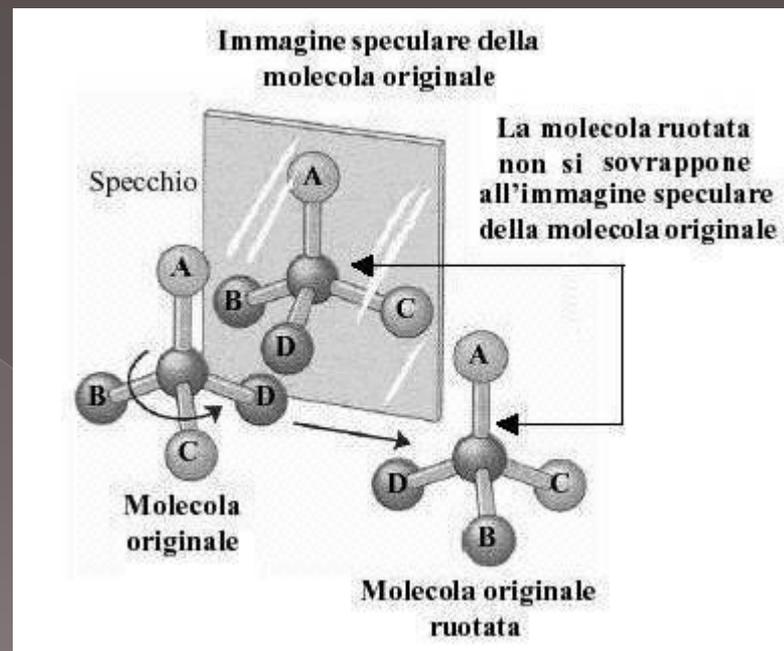
# Isomeria (Stereoisomeri)



Gli **Stereoisomeri** hanno formula bruta identica, stessa connettività degli atomi tra loro ma la diversa orientazione spaziale degli atomi che li rende non sovrapponibili.

**Gli stereoisomeri possono essere :**

- 1. configurazionali, o ottici**, nelle molecole in cui sono presenti degli elementi stereogenici, cioè elementi a causa dei quali la molecola ammette due isomeri che sono uno la forma speculare non sovrapponibile dell'altro. Elementi stereogenici possono essere un punto (un atomo, tipicamente un carbonio portante quattro sostituenti diversi, che viene definito *centro chirale*), un asse o un piano. Di questa categoria fanno parte gli enantiomeri, isomeri di cui uno è l'immagine speculare non sovrapponibile dell'altro. Tipicamente due isomeri configurazionali in cui uno non è l'immagine speculare dell'altro si dicono diastereoisomeri, anche se tutte le coppie di stereoisomeri non enantiomeri possono essere considerate tipi di diastereoisomeri



i due enantiomeri dell'acido lattico

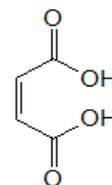
# Isomeria (Stereoisomeri)



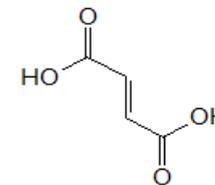
Gli **Stereoisomeri** hanno formula bruta identica, stessa connettività degli atomi tra loro ma la diversa orientazione spaziale degli atomi che li rende non sovrapponibili.

Gli stereoisomeri possono essere :

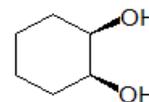
2. **geometrici, o cis-trans**, nelle molecole in cui due carboni legati da un legame doppio sono entrambi legati a due gruppi differenti o, più in genere, in molecole la cui struttura impedisce una libera rotazione attorno ad uno o più legami; le loro proprietà fisiche sono diverse, la loro reattività chimica è generalmente simile, ma vi sono notevoli eccezioni legate proprio a particolari configurazioni geometriche;



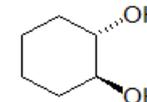
acido maleico  
acido *cis*-1,4-butandioico



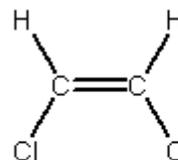
acido fumarico  
acido *trans*-1,4-butandioico



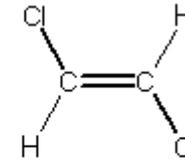
*cis*-1,2-cicloesandiole



*trans*-1,2-cicloesandiole



*cis*-1,2-dicloroetene

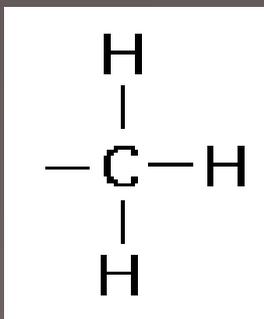


*trans*-1,2-dicloroetene

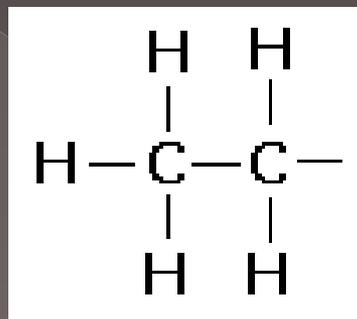
# Nomenclatura dei Radicali (-ile)



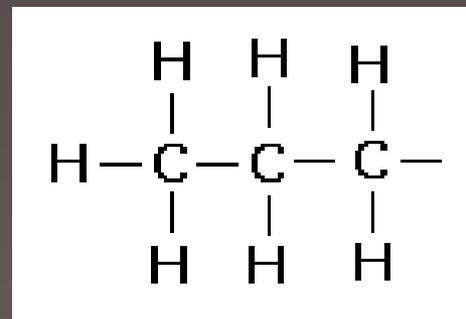
## Radicali degli alcani



metile



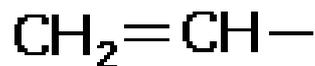
etile



propile

... e così via

## Radicali degli alcheni



**VINILE**

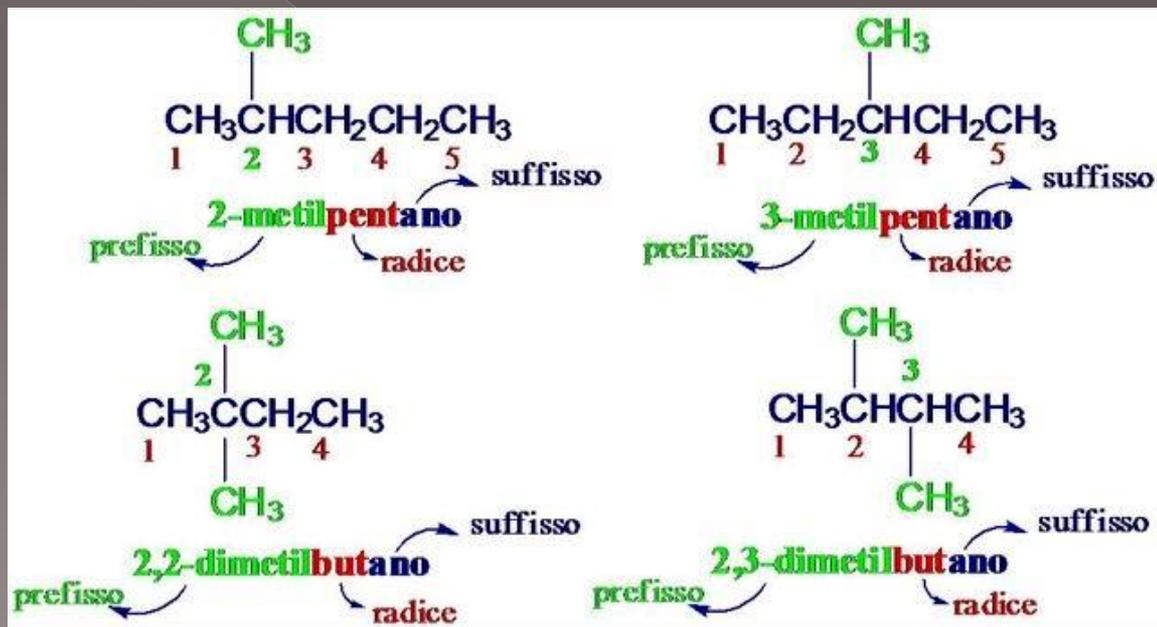
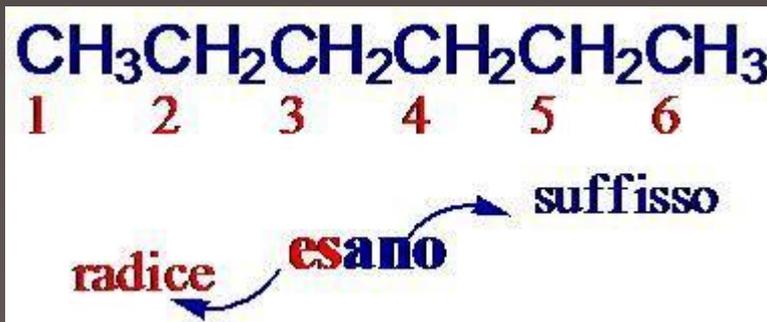


**ALLILE**

NB: I nomi (comunemente utilizzati) di questi due frequenti radicali degli alcheni si riferiscono alla nomenclatura tradizionale e non a quella IUPAC

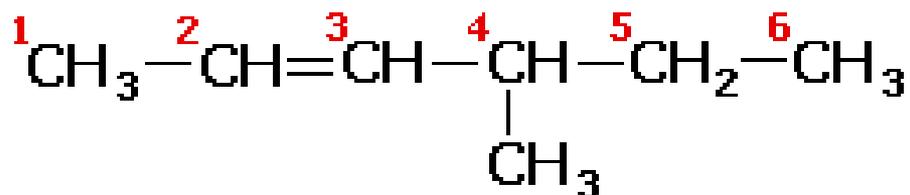
# Nomenclatura

Per il nome di ogni molecola organica è possibile individuare tre parti distinte: Il **prefisso**, che ci indica il tipo, la posizione ed il numero dei sostituenti legati alla catena carboniosa più lunga presente nella molecola. La **radice**, che indica il numero di atomi di carbonio della catena carboniosa più lunga presente nella molecola. Il **suffisso**, che indica il tipo di gruppo funzionale.





# Nomenclatura



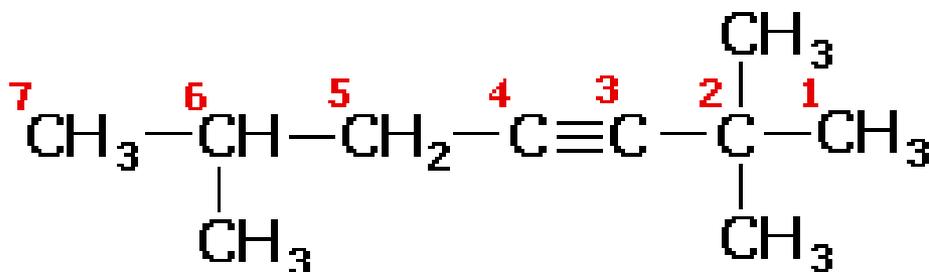
*Come si deve procedere per assegnare il nome razionale (IUPAC) a questo alchene?*

1. Per primo numerare (mentalmente o a matita) gli atomi di C partendo dall'estremità che ha il doppio legame più vicino (il doppio legame deve avere il numero più basso possibile)
2. C'è un gruppo metile (-CH<sub>3</sub>) in posizione 4

Il nome è quindi ...

**4-metil-2-esene**

# Nomenclatura



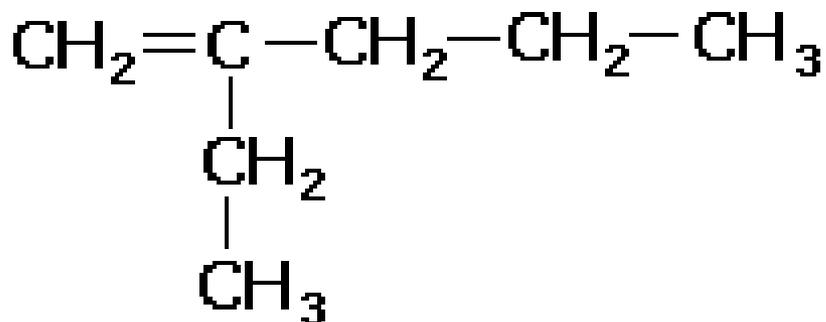
*Come si deve procedere per assegnare il nome razionale (IUPAC) a questo alchino?*

1. Per primo numerare (mentalmente o a matita) gli atomi di C partendo dall'estremità che ha il triplo legame più vicino (il triplo legame deve avere il numero più basso possibile, quindi 3)
2. C'è un gruppo metile (-CH<sub>3</sub>) in posizione 6
3. Ci sono altri due gruppi metile (-CH<sub>3</sub>) in posizione 2
4. La catena principale è costituita da 7 atomi di carbonio

Il nome è quindi ...

**2,2,6-trimetil-3-eptino**

# Nomenclatura



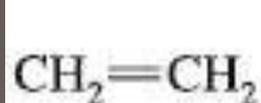
*Come si deve procedere per assegnare il nome razionale (IUPAC) a questo alchene? ATTENZIONE!!*

1. Occorre sempre considerare la catena la più lunga possibile: non fatevi ingannare dal disegno!!! Ma questo invece è un alchene ... allora ...
2. Per primo numerare (mentalmente o a matita) gli atomi di C partendo dall'estremità che ha il doppio legame (il C 1)
3. C'è un gruppo etile (-CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>) in posizione 2
4. La catena che contiene il doppio legame è costituita da 5 atomi di carbonio

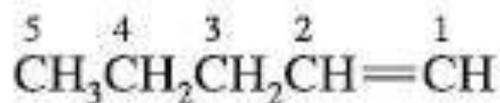
Il nome è quindi ...

**2-etil-1-pentene**

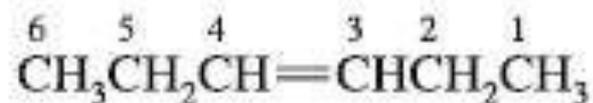
# Nomenclatura



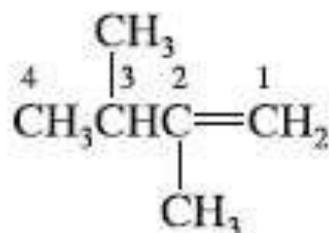
etene  
etilene



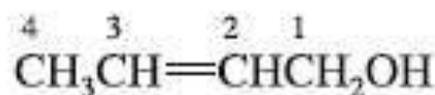
1-pentene



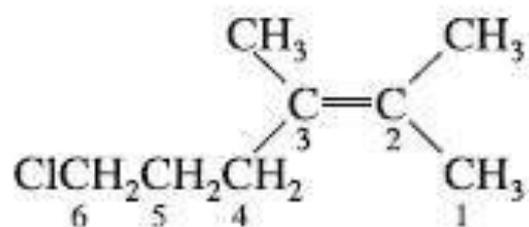
3-esene



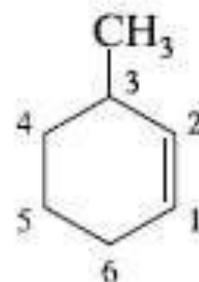
2,3-dimetil-1-butene



2-buten-1-olo



6-cloro-2,3-dimetil-2-esene

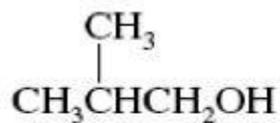


3-metilcicloesene

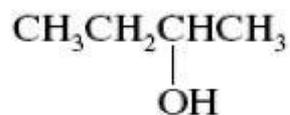
# Gli alcoli



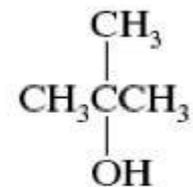
Gli alcoli sono composti che contengono un ossidrilile,  $-OH$ , legato ad un carbonio ibridato  $sp^3$ . L'alcol più semplice è il metanolo, o alcol metilico, un composto altamente tossico che può provocare la cecità e la morte. L'omologo superiore è l'etanolo, o alcol etilico, è il comune "spirito" che si forma per fermentazione della frutta, dei cereali etc. Si dividono in primari, secondari e terziari a seconda dei carboni legati al C che porta il gruppo  $-OH$



2-metil-1-propanolo  
alcol isobutilico  
*un alcol primario*



2-butanolo  
alcol *sec*-butilico  
*un alcol secondario*



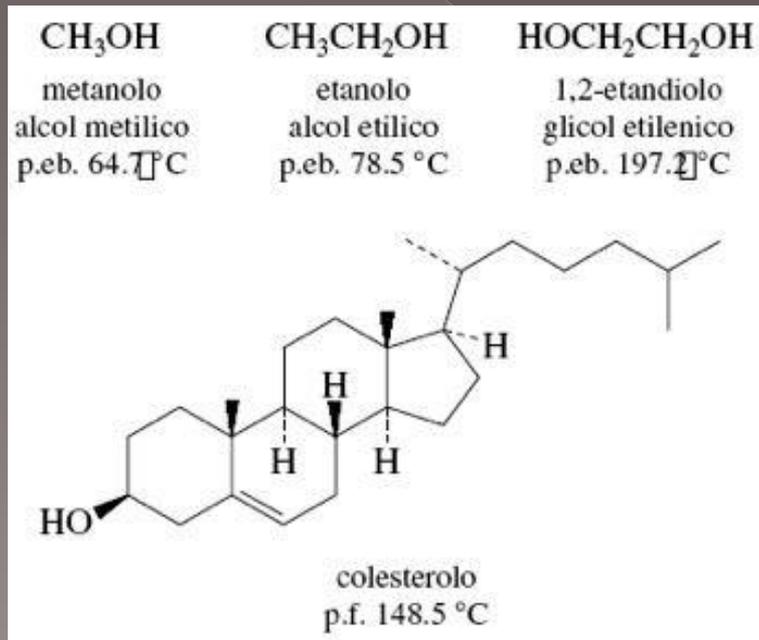
2-metil-2-propanolo  
alcol *tert*-butilico  
*un alcol terziario*

# Gli alcoli



Alcuni alcoli hanno più di un ossidrile, come ad esempio 1,2-etandiolo, noto anche come glicol etilenico, usato come liquido anticongelante nei radiatori delle automobili.

Altri alcoli hanno molecole grandi e complesse delle quali il gruppo ossidrile costituisce una parte piccola, ma importante: il colesterolo, principale costituente dei calcoli biliari e ben noto fattore di rischio nelle malattie cardiovascolari, ne è un tipico esempio.



# Gli Alcoli: nomenclatura



Gli alcoli più semplici possono essere denominati usando il nome del gruppo alchilico che essi presentano, preceduto dalla parola alcol. Gli esempi più classici sono l'alcol metilico e l'alcol etilico.

Tuttavia fatta eccezione per questi citati e pochi altri è preferibile utilizzare le regole IUPAC:

1. trovo la catena di atomi di carbonio più lunga contenente il gruppo OH
2. sostituisco con il suffisso “-olo” la desinenza “-o” del nome sistematico della porzione
3. numero la catena carboniosa in modo da dare al gruppo funzionale OH il numero più basso attribuisco a tutti i sostituenti la propria posizione

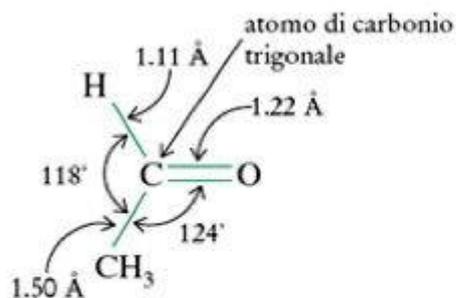


# Le aldeidi ed i chetoni

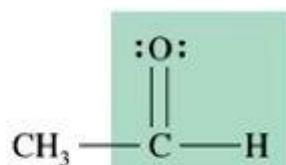


Aldeidi e chetoni sono composti organici molto importanti il cui gruppo funzionale è il carbonile (C=O), un atomo di carbonio legato tramite un doppio legame p ad un atomo di ossigeno.

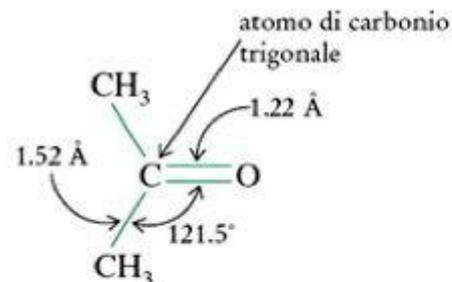
Nelle **aldeidi**, ad eccezione della formaldeide, il C=O è legato sempre ad un atomo di idrogeno ed ad un atomo di C. Nei **chetoni**, invece il C=O è legato a due atomi di C.



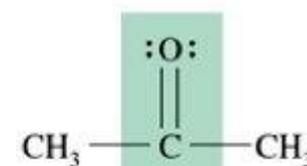
acetaldeide  
*un'aldeide*



gruppo carbonile  
legato all'idrogeno  
*il gruppo funzionale  
delle aldeidi*



acetone  
*un chetone*



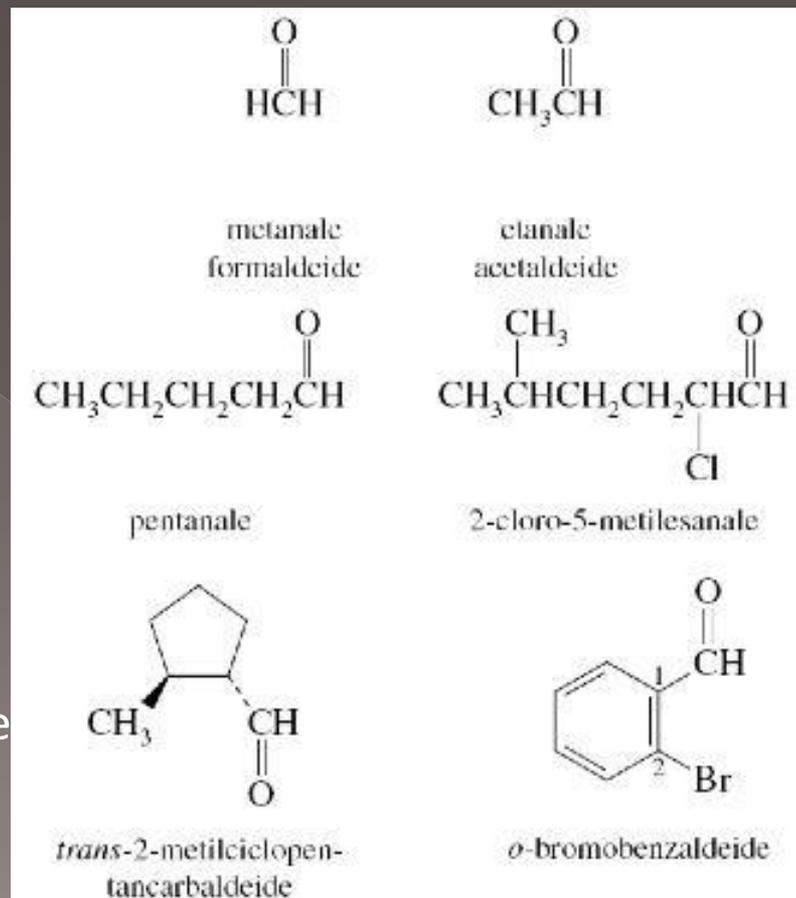
gruppo carbonile  
legato a due carboni  
*il gruppo funzionale  
dei chetoni*

# Aldeidi: Nomenclatura



Fatta eccezione per le due aldeidi più semplici, formaldeide ed acetaldeide, è preferibile utilizzare le regole IUPAC:

1. trovo la catena di atomi di carbonio più lunga contenente il gruppo CHO;
2. sostituisco con il suffisso "ale" la desinenza "-o" del nome sistematico della porzione;
3. la catena di atomi di carbonio è numerata a partire dalla funzione aldeidica che è, per sua natura, terminale;
4. gli altri sostituenti sono indicati come prefissi preceduti da un numero che identifica la loro posizione rispetto al gruppo aldeidico;



# Chetoni: Nomenclatura

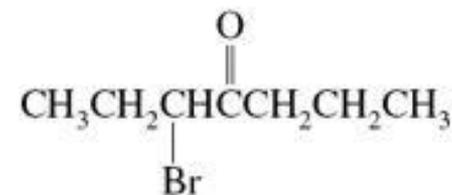


Fatta eccezione per il capostipite, l'acetone, è preferibile utilizzare le regole IUPAC:

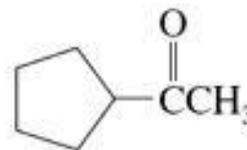
1. trovo la catena di atomi di carbonio più lunga contenente il gruppo CO;
2. sostituisco con il suffisso "one" la desinenza "-o" del nome sistematico della porzione;
3. la numerazione è attribuita in maniera da assegnare al carbonile la posizione più bassa possibile;
4. per indicare gli altri sostituenti si usano gli opportuni prefissi preceduti da numeri che ne definiscono la posizione;



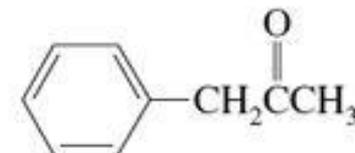
propanone  
acetone



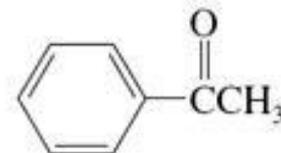
3-bromo-4-eptanone



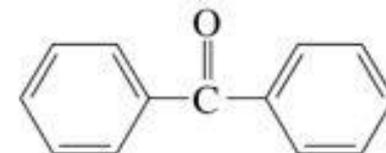
ciclopentil metil  
chetone



1-fenil-2-propanone  
benzil metil chetone



acetofenone



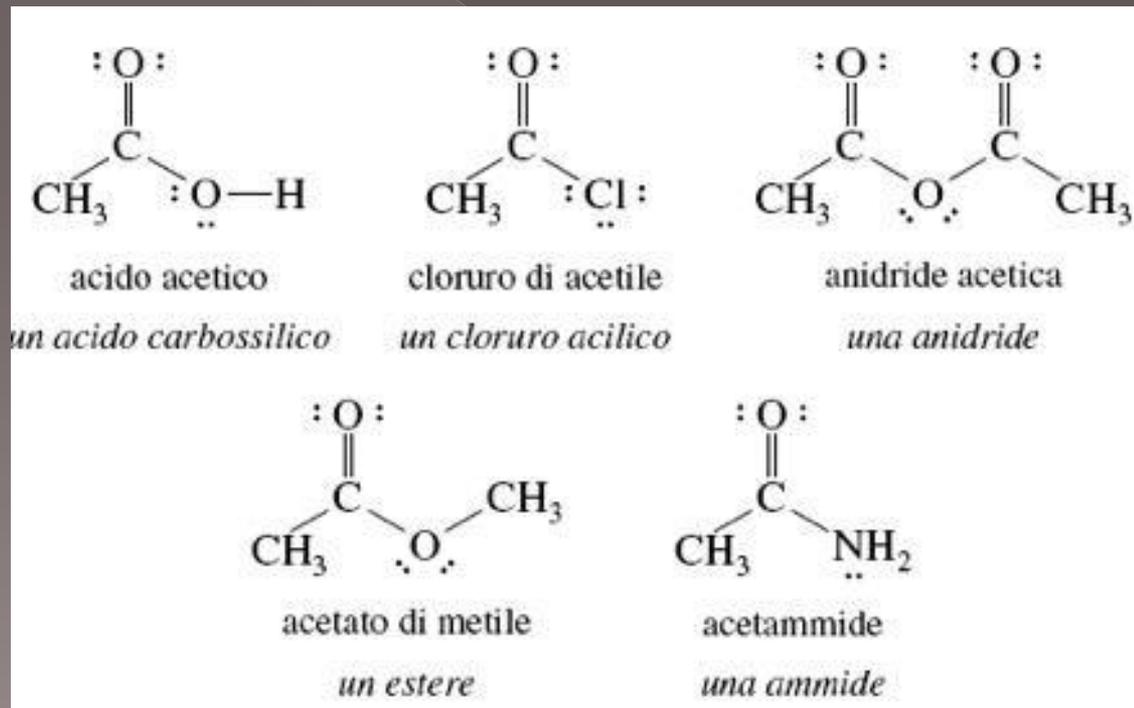
benzofenone

# Acidi carbossilici



Gli acidi carbossilici ed i composti che si definiscono loro “derivati” hanno un carbonile legato ad un atomo che presenta almeno un doppietto elettronico non condiviso (-COOH).

Il gruppo funzionale  $\text{-COO}^-$  è chiamato **acetato** mentre il gruppo  $\text{CH}_3\text{CO-}$  è detto **acetile**.



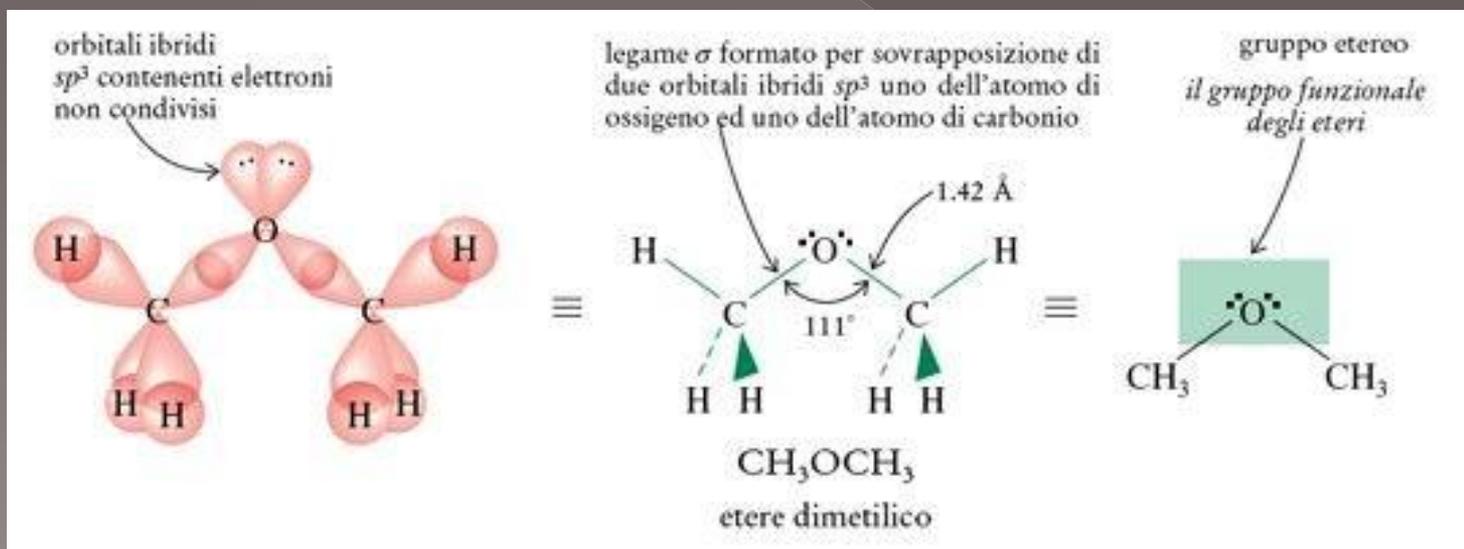
# Gli eteri



Gli eteri (R-O-R') sono composti organici formalmente derivati dell'acqua in cui entrambi gli atomi di idrogeno risultano sostituiti da gruppi contenenti atomi di carbonio.

Gli eteri, come l'acqua e gli alcoli, contengono un atomo di ossigeno ibridato  $sp^3$  con le due coppie di elettroni non condivisi che occupano due dei suoi orbitali ibridi.

In questo caso è il semplice atomo di ossigeno, con i suoi elettroni non condivisi, che rappresenta il gruppo funzionale degli eteri.

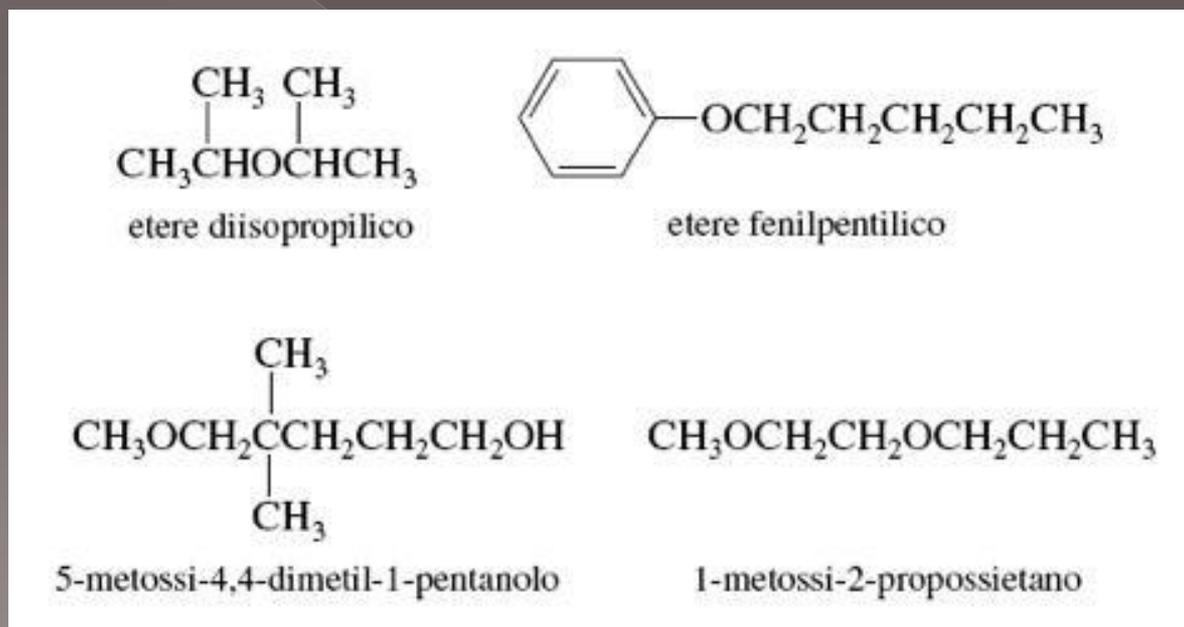
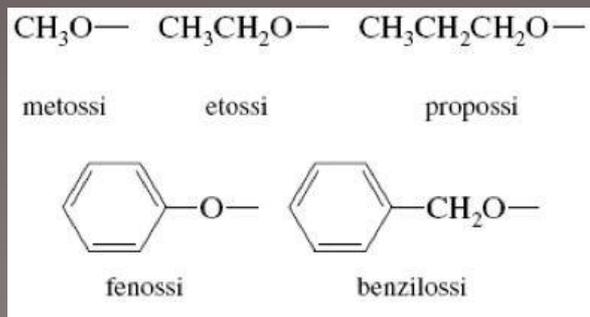


# Gli eteri: Nomenclatura



Si usano due modi per denominarli. Per gli eteri semplici, il nome deriva direttamente da quelli dei due gruppi alchilici legati all'atomo di ossigeno ai quali si aggiunge la parola etere.

Per molecole più complesse, il gruppo alchilico (o arilico) più semplice e l'ossigeno al quale esso è legato sono denominati come **gruppo alcossilico** (o arilossilico) e considerati come un sostituente della catena più complessa.



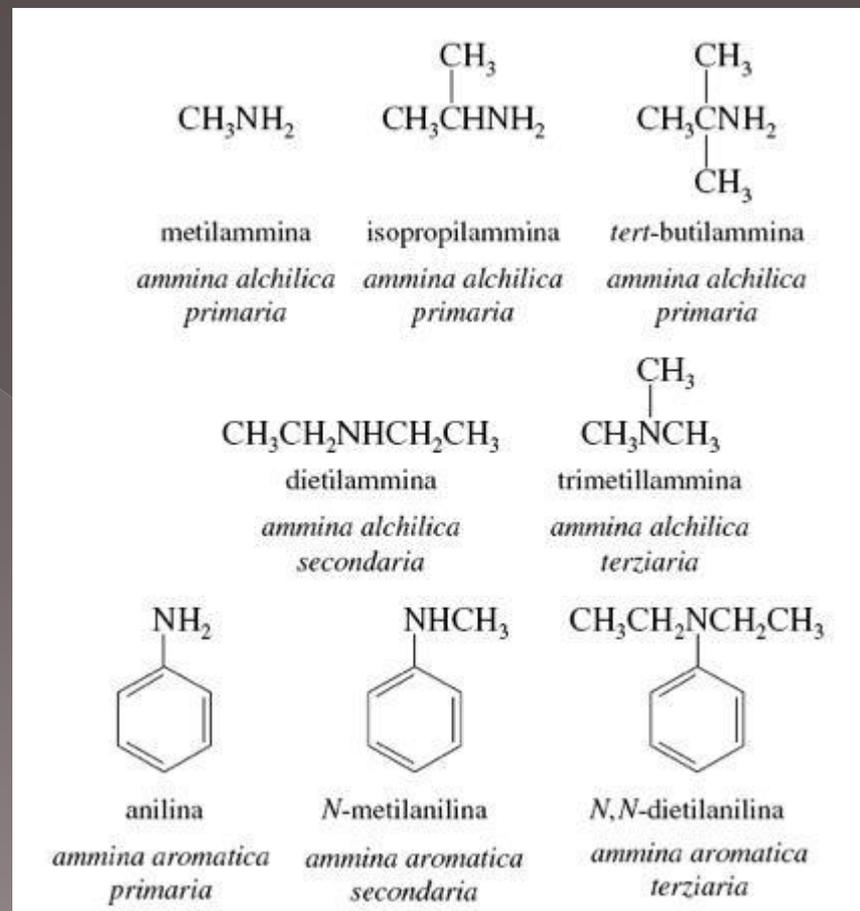
# Le ammine



Le ammine sono composti in cui uno o più atomi di idrogeno di una molecola di ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) sono stati sostituiti da sostituenti organici.

Le ammine si distinguono in primarie, secondarie o terziarie a seconda del numero di sostituenti legati all'atomo di azoto al posto degli H.

A differenza di quanto avviene per gli alcoli e per gli alogenuri alchilici, la designazione primaria, secondaria e terziaria si riferisce al grado di sostituzione dell'atomo di azoto e non dell'atomo di carbonio a cui l'azoto è legato. Si classificano, inoltre, in ammine aromatiche, in cui almeno uno dei sostituenti è un residuo aromatico.



# Le ammine: nomenclatura

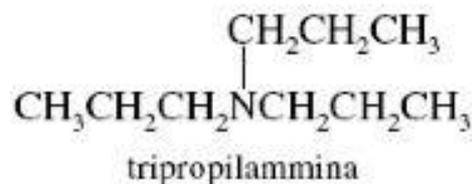


Ammine primarie:

1. cercate la catena carboniosa più lunga legata all'N amminico e sostituite la "o" finale del nome dell'alcano con la desinenza ammina
2. utilizzate un numero per indicare la posizione del gruppo amminico sulla catena o sull'anello

Ammine secondarie e terziarie:

1. i prefissi di- e tri- si usano per indicare la presenza sull'azoto rispettivamente di due o tre gruppi alchilici uguali.

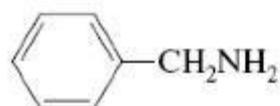


# Le ammine aromatiche

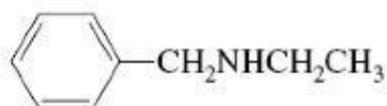


## Ammine aromatiche

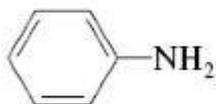
La più semplice ammina aromatica è l'anilina e molte ammine aromatiche ai fini della nomenclatura sono considerate come aniline sostituite.



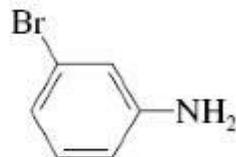
benzilammina



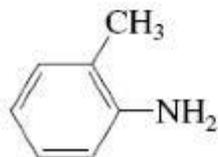
*N*-etilbenzilammina



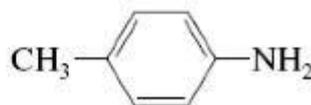
anilina



*m*-bromoanilina



*o*-toluidina



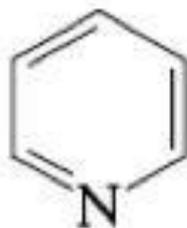
*p*-toluidina

# Le ammine eterocicliche

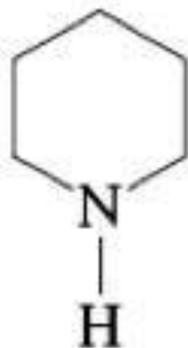


## Ammine eterocicliche

Alcune ammine hanno l'azoto che fa parte di un anello: tali composti sono detti eterocicli, termine che letteralmente indica che si è in presenza di un anello che contiene atomi diversi dal carbonio.



piridina



piperidina



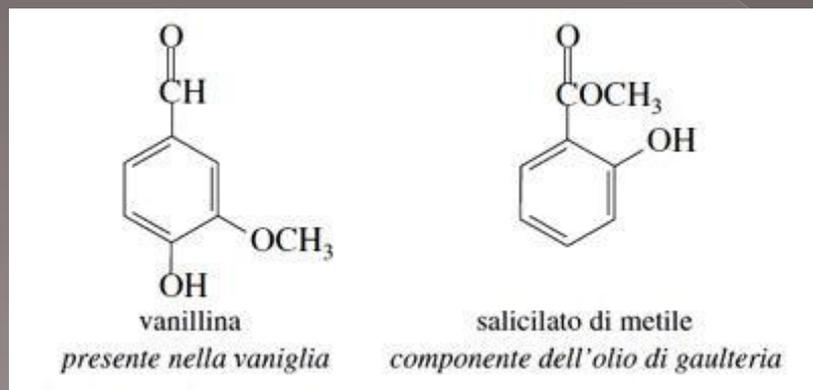
pirrolidina

ammine eterocicliche

# Idrocarburi Aromatici



Il Benzene ( $C_6H_6$ ) è l'idrocarburo aromatico (o arene) più semplice ed è un composto fortemente insaturo, ma a differenza di idrocarburi insaturi come gli alcheni, gli alchini ed i dieni, che danno facilmente reazioni di addizione, il benzene non ha lo stesso comportamento. Quando furono determinate le strutture di questo e di numerosi altri composti aromatici, si trovò che essi avevano in comune un **anello benzenico**: nel tempo, il benzene ed i suoi derivati furono chiamati **composti aromatici** per distinguerli dagli idrocarburi ciclici ed aciclici saturi ed insaturi e, più tardi, il termine aromatico fu modificato per includere composti che, pur non avendo un anello benzenico, presentavano proprietà chimiche simili a quelle del benzene, responsabili della cosiddetta **aromaticità**.



# Idrocarburi Aromatici



I composti aromatici spesso sono indicati come prodotti di sostituzione di corrispondenti idrocarburi, cioè premettendo al nome dell'idrocarburo aromatico il nome di ciascun sostituente ed il suo numero di posizione. Nei composti derivati dal benzene, due sostituenti sull'anello aromatico possono essere indicati con le loro posizioni relative *orto* (*o*), *meta* (*m*) e *para* (*p*), in luogo dei numeri di posizione 1,2-, 1,3- o 1,4-, rispettivamente.

