

## I gruppi funzionali

Un **gruppo funzionale** è un atomo o un gruppo di atomi che determina le proprietà chimiche di un composto organico, permettendone la classificazione.

| Classe             | Formula generale     | Gruppo funzionale            | Esempio                                  | Nome<br>(la parte caratteristica del nome è in rosso) |
|--------------------|----------------------|------------------------------|--|---|
| alogenuri          | R—X                  | alogenuro (—X)               | CH <sub>3</sub> —Cl                      | clorometano   |
| alcoli             | R—OH                 | ossidrile (—OH)              | CH <sub>3</sub> —OH                      | metanolo  |
| eteri              | R—O—R'               | etere (—O—)                  | CH <sub>3</sub> —O—CH <sub>3</sub>       | dimetiletere  |
| aldeidi            | R—CHO                | carbonile (—C—)<br>  <br>O   | CH <sub>3</sub> —C(=O)—H                 | etanale (acetaldeide)                                 |
| chetoni            | R—CO—R'              | carbonile (—C—)<br>  <br>O   | CH <sub>3</sub> —C(=O)—CH <sub>3</sub>   | propanone (acetone)                                   |
| acidi carbossilici | R—COOH               | carbossile —C(=O)OH          | CH <sub>3</sub> —C(=O)OH                 | acido etanoico (acido acetico)                        |
| esteri             | R—COOR'              | estere (—COO—)               | CH <sub>3</sub> —C(=O)—O—CH <sub>3</sub> | etanoato di metile (acetato di metile)                |
| ammidi             | R—CO—NH <sub>2</sub> | amidico (—C—N—)<br>   O   H  | CH <sub>3</sub> —C(=O)—NH <sub>2</sub>   | etanammide (acetammide)                               |
| ammine             | R—NH <sub>2</sub>    | amminico (—NH <sub>2</sub> ) | CH <sub>3</sub> —NH <sub>2</sub>         | metilammina   |

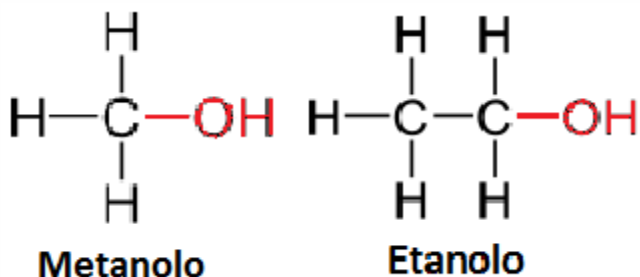
### ALCOLI

Gli alcoli sono composti organici ottenuti per sostituzione di un atomo di idrogeno di un idrocarburo con un gruppo ossidrile -OH.

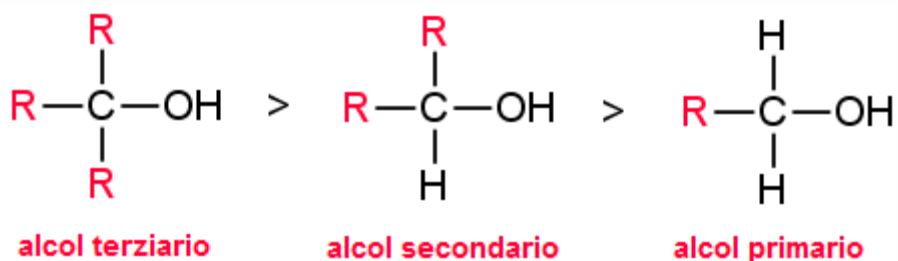
Essi hanno pertanto formula bruta  $C_nH_{(2n + 1)}OH$ .

A temperatura ambiente, gli alcoli a più basso peso molecolare sono liquidi incolori con odori caratteristici e sono miscibili con l'acqua in tutte le proporzioni. La miscibilità in acqua degli alcoli e il loro elevato punto di ebollizione rispetto ad altre molecole organiche di peso molecolare simile sono spiegati dalla loro capacità di formare legami a idrogeno tra l'idrogeno del gruppo -OH e l'ossigeno delle molecole vicine.

Gli alcoli più semplici sono il metanolo ( $\text{CH}_3\text{-OH}$ ) e l'etanolo ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ) che si ottiene dalla fermentazione degli zuccheri.

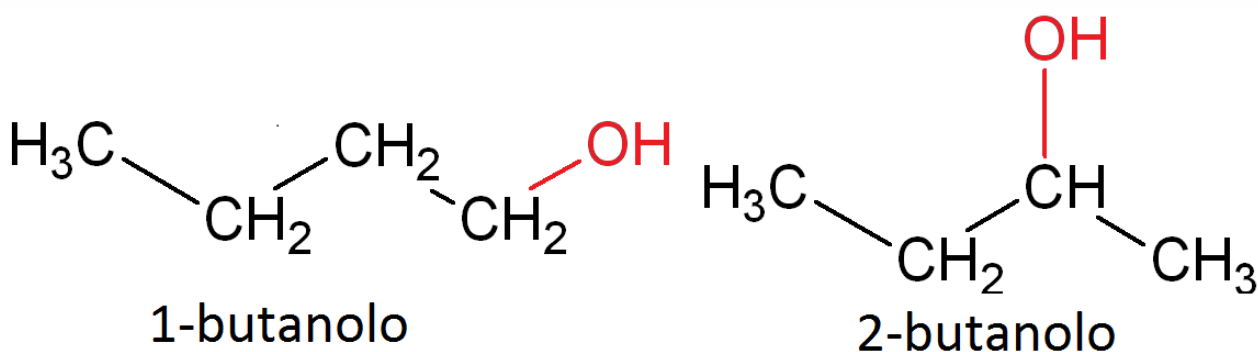


Gli alcoli sono classificati in primari, secondari o terziari in base al numero di gruppi alchilici legati all'atomo di carbonio cui è legato il gruppo  $\text{-OH}$ :



La nomenclatura degli alcoli (IUPAC) segue regole simili a quella degli alcani, in particolare:

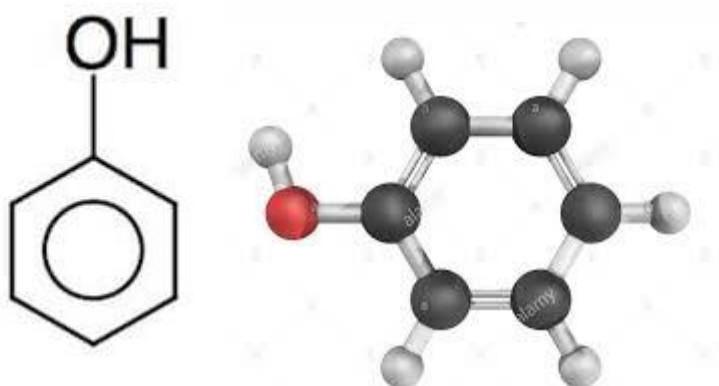
- il nome viene dalla catena idrocarburica principale con la perdita dell'ultima vocale e l'aggiunta del suffisso  $\text{-olo}$
- nel numerare la catena principale, il numero più basso possibile dovrà essere assegnato all'atomo di carbonio cui è legato il gruppo  $\text{-OH}$



## FENOLI

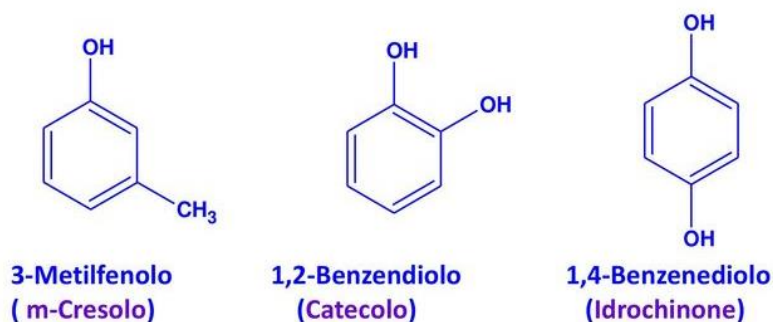
Nei fenoli il gruppo ossidrilico è legato all'anello benzenico, cioè a un radicale fenile (Ar), corrispondente a una formula Ar-OH.

Il capostipite è il fenolo (o idrossibenzene o acido fenico) di formula C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH.



Il gruppo funzionale alcolico o fenolico (-OH) può dare reazioni con altri gruppi funzionali dando origine a nuovi composti con proprietà chimico-fisiche diverse rispetto a quelle dei composti di partenza.

I fenoli, rispetto agli alcoli, hanno un carattere acido molto più spiccato in quanto il radicale arilico esalta la polarità del legame idrogeno-ossigeno del gruppo funzionale. Formano quindi forti legami a idrogeno.



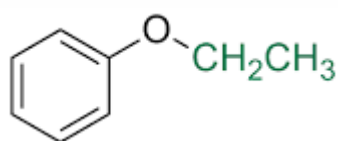
**I fenoli** trovano largo impiego nella chimica dei coloranti naturali e sintetici, nel settore dei polimeri, nel settore degli aromatizzanti e profumi, nel settore alimentare soprattutto come antiossidanti di alimenti contenenti sostanze lipidiche come grassi ed oli.

## ETERI

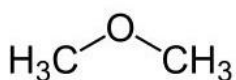
Gli eteri sono derivati degli alcoli per sostituzione dell'idrogeno del gruppo funzionale alcolico - OH con un radicale alchilico o arilico.

Hanno formula generale R-O-R oppure R-O-Ar; sono chimicamente inerti e reagiscono solo in condizioni molto drastiche.

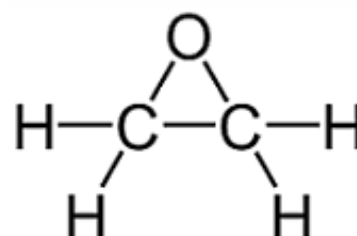
La nomenclatura degli eteri può essere ottenuta indicando il nome dei due radicali uniti attraverso l'atomo di ossigeno seguiti dal termine etere. Esistono anche eteri ciclici come ad esempio quello più piccolo a tre termini della classe degli epossidi definito ossido di etilene.



etil fenil etere



Dimetil-etere

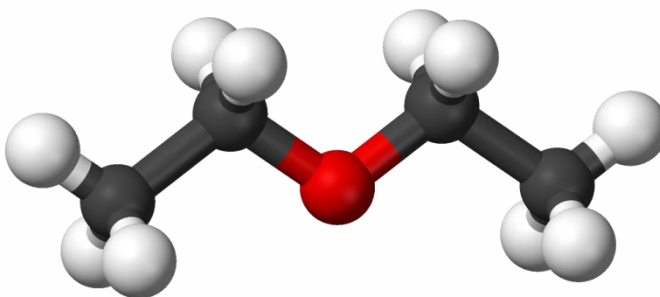


Ossido di etilene

Gli eteri sono composti di odore caratteristico, liquidi incolori che, a causa della impossibilità di formare legami idrogeno intramolecolari, presentano punti di ebollizione più bassi dei corrispondenti alcoli da cui derivano. Composti molto volatili.

L' "etere" per antonomasia, è l'etere etilico, o dietilere, avente formula di struttura

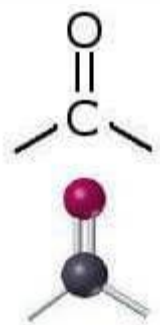
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ , usato in passato come anestetico.



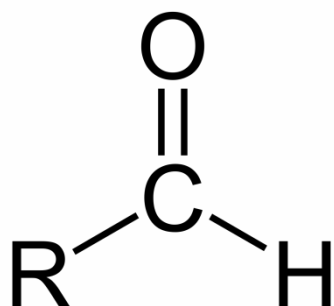
Gli eteri a basso peso molecolare sono poco solubili in acqua mentre quelli con più alto peso molecolare sono completamente insolubili.

## ALDEIDI e CHETONI

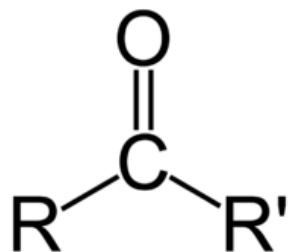
Il gruppo funzionale delle aldeidi e dei chetoni è il gruppo carbonilico.



Nelle **aldeidi**, il carbonio del gruppo carbonilico è legato ad un radicale alchilico o arilico e ad un atomo di idrogeno.



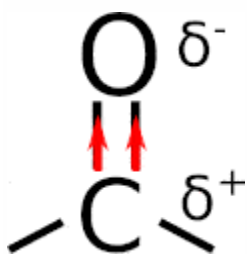
Nei **chetoni**, il carbonio è legato a due radicali sia alchilici che arilici. Il gruppo funzionale carbonilico è formato da un doppio legame covalente tra carbonio ed ossigeno.



Tali composti sono presenti in natura come costituenti di oli essenziali. Il gruppo carbonilico presenta proprietà polari e tale polarità è responsabile delle proprietà chimiche e fisiche che questi composti posseggono.

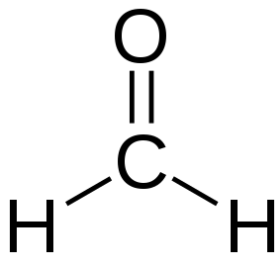
Le aldeidi e i chetoni a basso peso molecolare sono abbastanza solubili in acqua. La solubilità diminuisce con l'aumentare del peso molecolare in quanto, aumentando la catena carboniosa, aumenta anche la parte idrofobica della molecola.

La polarizzazione del legame, dovuta alla differente elettronegatività tra carbonio ed ossigeno, porta alla formazione di una parziale carica positiva sul carbonio ed una parziale carica negativa sull'ossigeno rendendo così il gruppo funzionale molto reattivo.

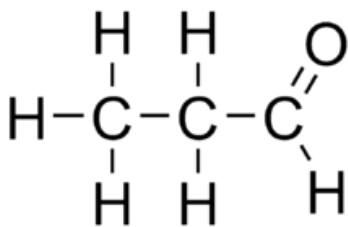


Il nome delle aldeidi si ottiene cambiando la desinenza finale dell'idrocarburo corrispondente in -ale.

Es. metanale, etanale, propanale, etc.



metanale = formaldeide



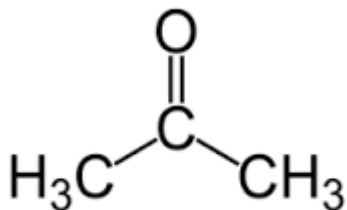
propanale



etanale = acetaldeide

Il nome di un chetone si ottiene analogamente cambiando la desinenza finale dell'idrocarburo in -one. La presenza del gruppo carbonilico nella catena carboniosa è indicata dal numero corrispondente al carbonio a cui è legato l'ossigeno.

Il chetone strutturalmente più semplice è l'acetone (2- propanone), di formula  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ , in cui il gruppo carbonilico è legato a due gruppi metilici.



La reazione più importante delle aldeidi e dei chetoni è la reazione di **addizione nucleofila**. Sono particolarmente importanti le reazioni con gli alcoli e con le ammine che portano alla formazione rispettivamente di semiacetali, semichetali e basi di Schiff

In chimica organica, una reazione di addizione nucleofila è una reazione di addizione dove in un composto chimico un legame  $\pi$  è rimosso tramite la formazione di due nuovi legami covalenti per aggiunta di un nucleofilo.

il nucleofilo può essere:

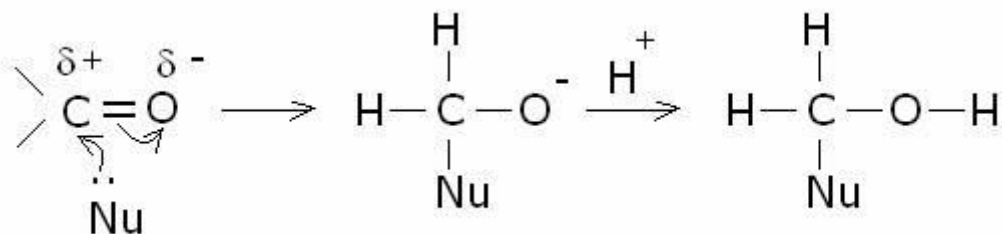
l'acqua

un alcool

un idruro

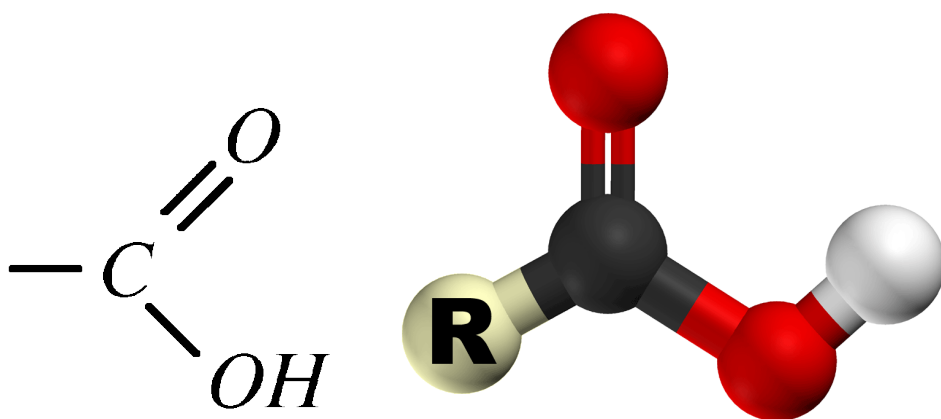
un'ammina alifatica

un'ammina aromatica

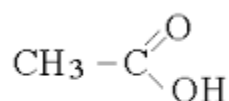


## ACIDI CARBOSSILICI

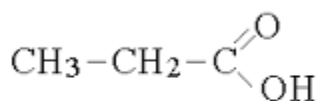
Il gruppo funzionale degli acidi carbossilici è il carbossile. Tale gruppo può essere legato sia ad una catena carboniosa alifatica che ad un idrocarburo aromatico.



Il nome di un acido si ottiene cambiando la desinenza finale dell'idrocarburo corrispondente in -oico, preceduto dal termine acido. Nel caso in cui nella molecola siano presenti due o tre gruppi carbossilici la desinenza è **-dioico**, **-trioico**. La posizione di eventuali sostituenti nella catena carboniosa di un acido carbossilico può essere definita oltre che con i numeri anche con le lettere dell'alfabeto greco.



acido etanoico



acido propanoico

| Struttura  | Nome IUPAC       | Nome comune      |
|--|------------------|------------------|
| HCOOH  | Acido metanoico  | Acido formico    |
| CH <sub>3</sub> COOH                                 | Acido etanoico   | Acido acetico    |
| CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH                 | Acido propanoico | Acido propionico |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH | Acido butanoico  | Acido butirrico  |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH | Acido pentanoico | Acido valerico   |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH | Acido esanoico   | Acido caproico   |



Le proprietà fisiche degli acidi carbossilici dipendono spiccatamente dai legami a idrogeno che si formano tra i gruppi funzionali di molecole associate. Tale legame è più forte di quello che si forma tra molecole di alcoli per cui hanno punti di ebollizione più elevati rispetto agli altri composti organici a funzione semplice.

La solubilità in acqua è completa per gli acidi a basso peso molecolare, inferiore a  $C_4$  e diminuisce sensibilmente con l'aumentare della catena carboniosa.

Le proprietà chimiche degli acidi derivano dalla capacità del gruppo funzionale di dissociare un protone

Con il termine **acidi grassi** si indicano gli acidi monocarbossilici alifatici contenuti in forma esterificata (legati ad alcoli) in un grasso vegetale o animale, olio o cera.

Presentano, prevalentemente una catena da 4 a 28 atomi di carbonio, in un numero pari, senza ramificazioni.

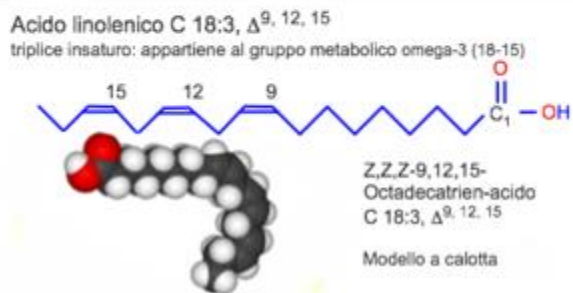
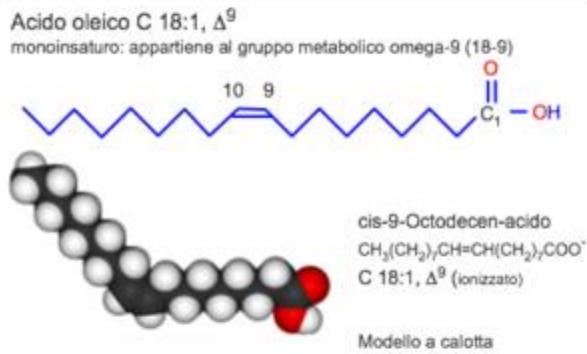
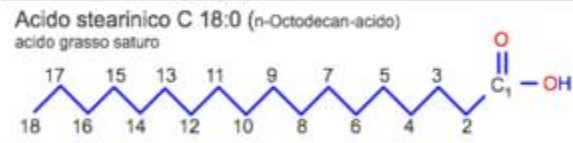
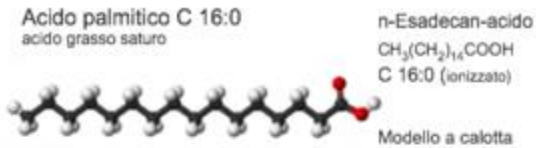
In base alla presenza, o meno, di doppi legami  $C=C$  nella catena carboniosa, gli acidi grassi possono essere classificati come:

**acidi grassi saturi**: se non sono presenti doppi legami nella catena carboniosa (ad esempio acido caprilico  $C_{18:0}$ , acido palmitico  $C_{16:0}$ , acido stearico  $C_{18:0}$ );

**acidi grassi insaturi**: se sono presenti doppi legami nella catena carboniosa; a loro volta si suddividono in:

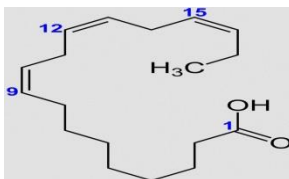
**acidi grassi monoinsaturi**: se è presente un solo doppio legame  $C=C$  (ad esempio acido oleico  $C_{18:1}$ );

**acidi grassi polinsaturi**: se sono presenti due o più doppi legami  $C=C$  (ad esempio acido linoleico  $C_{18:2}$ , acido linolenico  $C_{18:3}$ , acido arachidonico  $C_{20:4}$ ).

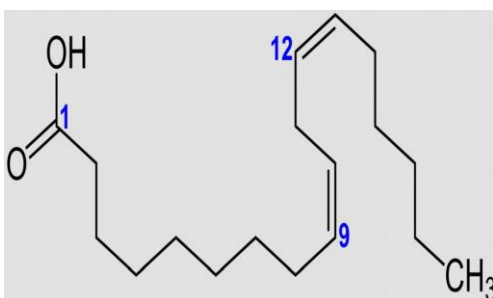


Alcuni acidi grassi insaturi sono considerati particolarmente importanti per il metabolismo umano, per cui sono detti "**acidi grassi essenziali**" e si classificano in:

**omega-3:** quando l'ultimo doppio legame è presente sul terzo carbonio a partire dalla fine (ad esempio acido  $\alpha$ -linolenico C 18:3);

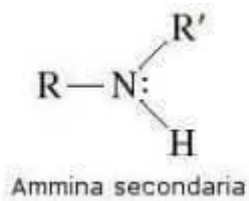


**omega-6:** quando l'ultimo doppio legame è presente sul sesto carbonio a partire dalla fine (ad esempio acido linoleico C 18:2)

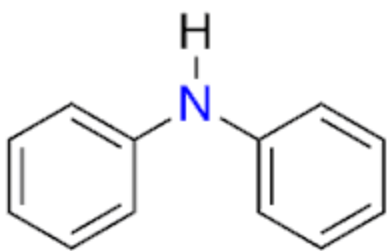


## AMMINE

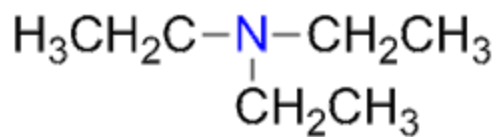
Le ammine sono composti azotati a carattere basico e possono considerarsi come derivati dell'ammoniaca  $\text{NH}_3$  mediante la sostituzione sia parziale che totale degli atomi di idrogeno con radicali alifatici o aromatici. Si ha così la formazione rispettivamente di ammine alifatiche e di ammine aromatiche che a loro volta possono essere primarie, secondarie o terziarie a seconda del numero di atomi di idrogeno sostituiti.



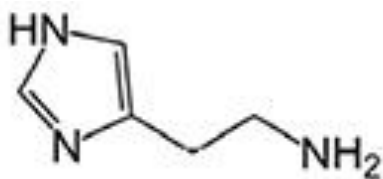
Il nome delle ammine si ottiene dal nome del radicale o dei radicali legati all'atomo di azoto seguito/i dal termine ammina.



difenilammina



triethylammina



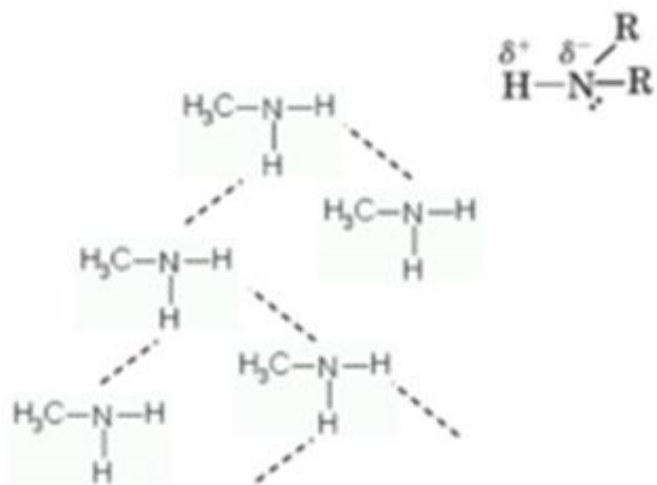
Histamine



Cadaverine

Le ammine sono presenti in alcuni vegetali e sono prodotte da alcuni batteri per decarbossilazione di amminoacidi. La presenza di ammine provoca odore sgradevole come ad esempio quello che si nota nel pesce putrefatto dovuto alla formazione di trimetilammina

Le ammine alifatiche sono liquide o solide in dipendenza del loro peso molecolare. La metilammina è gassosa. La formazione di legami a idrogeno intramolecolari nelle ammine primarie e secondarie, è dovuto alla polarizzazione del legame N-H, più debole di quello dei corrispondenti alcoli e conferisce alle ammine punti di fusione e di ebollizione più bassi.



Le ammine aromatiche hanno odore sgradevole e sono poco solubili in acqua. Generalmente, le ammine aromatiche hanno un carattere basico meno spiccato rispetto alle ammine alifatiche.

Formazione del legame a idrogeno tra molecole di ammina primaria. In alto a destra è mostrata la polarizzazione del legame N-H (ammina secondaria).